



TUGAS AKHIR (RC14-1501)

**PERENCANAAN REKLAMASI DAN SHORE
PROTECTION SEBAGAI LAHAN PENUMPUKAN
BATU BARA DI PROYEK PEMBANGUNAN PLTU
UNIT 9 DAN 10 PT. INDONESIA POWER SURALAYA,
BANTEN**

MUHAMMAD RIZKY SAPUTRA
NRP 03111 6450 00016

Dosen Pembimbing
Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi
Musta'in Arif, ST., MT.

DEPARTMENT TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018



TUGAS AKHIR (RC14-1501)

**PERENCANAAN REKLAMASI DAN SHORE
PROTECTION SEBAGAI LAHAN PENUMPUKAN
BATU BARA DI PROYEK PEMBANGUNAN PLTU
UNIT 9 DAN 10 PT. INDONESIA POWER SURALAYA,
BANTEN**

MUHAMMAD RIZKY SAPUTRA
NRP 03111 6450 00016

Dosen Pembimbing
Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi
Musta'in Arif, ST., MT.

DEPARTMENT TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018



TUGAS AKHIR (RC14-1501)

**RECLAMATION PLANNING AND SHORE
PROTECTION AS A LAND OF COAL STACK IN THE
PROJECT DEVELOPMENT PLTU UNIT 9 and 10 PT.
INDONESIA POWER SURALAYA, BANTEN**

MUHAMMAD RIZKY SAPUTRA
NRP 03111 6450 00016

Academic Advisors
Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi
Musta'in Arif, ST., MT.

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
Faculty of Civil, Environment, Geo Engineering
Sepuluh Nopember Institut of Technology
Surabaya 2018

**PERENCANAAN REKLAMASI DAN SORE
PROTECTION SEBAGAI LAHAN PENUMPUKAN BATU
BARA DI PROYEK PEMBANGUNAN PLTU UNIT 9 DAN
10 PT INDONESIA POWER SURABAYA, BANTEN**

TUGAS AKHIR

Ditujukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat

Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

pada

Program Studi S-1 Teknik Jalan Departemen Teknik Sipil

Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihutan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh,

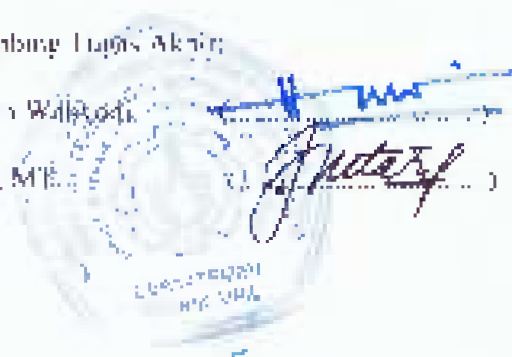
MUHAMMAD RIZKY SAPUTRA

NRP. 05111615010016

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

1. Prof. Dr. Ir. Hermans Waluya

2. Mustafin Anif, S.T., M.T.



STRABAYA

JULNI, 2018

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



Journal of Management Inquiry 22(1) 3-14



NAME	_____
DATE	_____
PERIOD	_____
TOPIC	_____
OBJECTIVES	_____
CONTENT	_____
ASSESSMENT	_____
REFLECTION	_____

FBI - 4100		DATE
NO. INVOICE	DATE	NO. INVOICE
1	10/10/10	1
2	10/10/10	2
3	10/10/10	3
4	10/10/10	4
5	10/10/10	5
6	10/10/10	6
7	10/10/10	7
8	10/10/10	8
9	10/10/10	9
10	10/10/10	10
11	10/10/10	11
12	10/10/10	12
13	10/10/10	13
14	10/10/10	14
15	10/10/10	15
16	10/10/10	16
17	10/10/10	17
18	10/10/10	18
19	10/10/10	19
20	10/10/10	20
21	10/10/10	21
22	10/10/10	22
23	10/10/10	23
24	10/10/10	24
25	10/10/10	25
26	10/10/10	26
27	10/10/10	27
28	10/10/10	28
29	10/10/10	29
30	10/10/10	30
31	10/10/10	31
32	10/10/10	32
33	10/10/10	33
34	10/10/10	34
35	10/10/10	35
36	10/10/10	36
37	10/10/10	37
38	10/10/10	38
39	10/10/10	39
40	10/10/10	40
41	10/10/10	41
42	10/10/10	42
43	10/10/10	43
44	10/10/10	44
45	10/10/10	45
46	10/10/10	46
47	10/10/10	47
48	10/10/10	48
49	10/10/10	49
50	10/10/10	50
51	10/10/10	51
52	10/10/10	52
53	10/10/10	53
54	10/10/10	54
55	10/10/10	55
56	10/10/10	56
57	10/10/10	57
58	10/10/10	58
59	10/10/10	59
60	10/10/10	60
61	10/10/10	61
62	10/10/10	62
63	10/10/10	63
64	10/10/10	64
65	10/10/10	65
66	10/10/10	66
67	10/10/10	67
68	10/10/10	68
69	10/10/10	69
70	10/10/10	70
71	10/10/10	71
72	10/10/10	72
73	10/10/10	73
74	10/10/10	74
75	10/10/10	75
76	10/10/10	76
77	10/10/10	77
78	10/10/10	78
79	10/10/10	79
80	10/10/10	80
81	10/10/10	81
82	10/10/10	82
83	10/10/10	83
84	10/10/10	84
85	10/10/10	85
86	10/10/10	86
87	10/10/10	87
88	10/10/10	88
89	10/10/10	89
90	10/10/10	90
91	10/10/10	91
92	10/10/10	92
93	10/10/10	93
94	10/10/10	94
95	10/10/10	95
96	10/10/10	96
97	10/10/10	97
98	10/10/10	98
99	10/10/10	99
100	10/10/10	100

**PERENCANAAN REKLAMASI DAN SHORE
PROTECTION SEBAGAI LAHAN PENUMPUKAN BATU
BARA PADA PROYEK PEMBANGUNAN PLTU UNIT 9
dan 10 PT. INDONESIA POWER SURALAYA-BANTEN**

Nama Mahasiswa : Muhammad Rizky Saputra
NRP : 03111645000016
Jurusan : Teknik Sipil FTSLK - ITS
Dosen Pembimbing 1 : Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi
Dosen Pembimbing 2 : Musta'in Arif, ST., MT.

ABSTRAK

PT. Indonesia Power Suralaya Banten membutuhkan lahan penumpukan batubara untuk menunjang tambahan usaha produksi PLTU unit 9 dan 10 (power plant). Mengingat keterbatasan lahan yang tersedia untuk penampungan batu bara maka dibutuhkan usaha memperluas lahan dengan cara reklamasi pantai. Kondisi tanah dasar pada kawasan reklamasi pantai PT. Indonesia power Suralaya Banten cenderung berjenis tanah pasir. Tanah pasir umumnya bersifat nonkohesif dan permeabilitas tinggi. Reklamasi yang dilakukan menguruk perairan pantai sampai kedalaman -15 lws seluas 25 hektar dengan memanfaatkan material lahan hasil dari peledakan bukit di sekitar kawasan sisi darat PT. Indonesia Power Suralaya Banten . Hal yang perlu diperhatikan dalam perencanaan reklamasi pantai ini ialah kedalaman seabed yang bervariasi sehingga perlu direncanakan alternative – alternative perkuatan tanah dasar dan tanah timbunan yang ekonomis dan effisien serta shore protection untuk melindungi lahan reklamasi dari terjangan arus dan gelombang air laut.

Pada tugas akhir ini struktur perkuatan pada tanah timbunan yang direncanakan menggunakan turap baja dan

revetment. Kedua struktur tersebut diakan dianalisis stabilitasnya menggunakan progam bantu PLAXIS. Lalu direncanakan metode pelaksanaan serta dilakukan perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB).

Dari hasil analisis yang telah dilakukan didapatkan tinggi untuk setiap variasi elevasi seabed yang direncanakan dari -5Lw. Hasil perencanaan struktur penahan tanah pada sisi barat laut menggunakan Steel Pipe Sheet Pile sepanjang 25m dan batter pile sepanjang 27m yang dipasang setiap 3m. Untuk sisi utara dan barat direncanakan revetment dengan kemiringan talud 1:3. Total RAB perkuatan ini sebesar Rp. 604,413,957,456.68

KATA KUNCI : REKLAMASI PANTAI, BATU BARA, STEEL PIPE SHEET PILE, BATTER PILE, SHORE PROTECTION, SEABED.

**RECLAMATION PLANNING AND SHORE
PROTECTION AS A LAND OF COAL STACK IN THE
PROJECT DEVELOPMENT PLTU UNIT 9 and 10 PT.
INDONESIA POWER SURALAYA-BANTEN**

Student Name : Muhammad Rizky Saputra
NRP : 03111645000016
Subject : Teknik Sipil FTSLK - ITS
Academic Advisor 1 : Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi
Academic Advisor 2 : Musta'in Arif, ST., MT.

ABSTRACT

PT. Indonesia Power Suralaya Banten needs larger coal storage area in order to cope with the additional PLTU production for unit 9 and 10 (power plant). In order to solve area limitation for coal storage, beach reclamation is used to increase storage space. The ground base condition in the area of reclamation is identified to be sand. Sand is non-cohesive and has a high permeability rate. The reclamation process, reclaimed up to -15 lws with the area of 25 hectares. This process exploded a nearby hill and utilised it as reclamation materials. The variation in depth of the seabed needed many alternative plans to strengthen the ground base and embankment. Furthermore, alternative plans required to be efficient and act as a shore protection from sea waves.

In this final project the structure of reinforcement on the land of embankment is planned using steel plaster and revetment. Both structures are analyzed for stability using the PLAXIS auxiliary program. Then planned the implementation method and calculation of the Budget Plan (RAB).

From the results of the analyzes that have been done we get high for each variation of the planned seabed elevation of -5Lw. The results of the ground-retaining structure design on the

northwest side use a 25-meter Steel Pipe Sheet Pile and a 27m-long batter pile mounted every 3m. For the north and west sides planned revetment with a slope of 1: 3 talud. The total RAB of this strengthening is Rp. 604,413,957,456.68

KEY WORDS : RECLAMATION, COAL, STEEL PIPE SHEET PILE, BATTER PILE, SHORE PROTECTION, SEABED.

DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
KATA PENGANTAR.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Tugas Akhir.....	4
1.4 Lingkup Pekerjaan.....	4
1.5 Batasan Masalah.....	4
1.6 Manfaat Tugas Akhir.....	5
1.7 Lokasi Studi.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Perencanaan Reklamasi	7
2.1.1 Material Reklamasi.....	7
2.1.2 Settlement	8
2.1.3 Berat Batuan dan Dimensi Tanggul.....	9
2.1.3.1 Armour Layer	9
2.1.3.2 Cross Section	12
2.1.3.3 Dimensi Batu	13
2.1.3.4 Tebal Lapisan	13
2.1.3.5 Jumlah Butir Batu.....	13
2.2 Gelombang	14
2.2.1 Gelombang Rencana.....	15

2.2.2 Refraksi	18
2.2.3 Difraksi	20
2.2.3 Gelombang pecah	22
2.2.4 Peramalan Tinggi Gelombang Berdasarkan Data Angin	25
2.3 Tekanan Tanah Lateral	30
2.3.1 Tekanan Lateral Aktif.....	31
2.3.2 Tekanan Lateral Pasif.....	32
2.3.3 Tekanan Tanah Akibat Gaya Surcharge di Permukaan Tanah	34
2.4 Turap	37
2.4.1 Definisi Turap.....	37
2.4.2 Tipe-Tipe Dinding Turap	37
BAB III METODOLOGI	41
3.1 Bagan Alir	41
3.2 Studi Literatur	42
3.3 Pengumpulan Data dan Analisa Data	42
3.4 Perhitungan Aspek Geoteknis Reklamasi	42
3.5 Perencanaan Alternatif Shore Protection.....	42
3.6 Perencanaan Metode Pelaksanaan	43
3.7 Perhitungan Rencana Anggaran Biaya.....	43
BAB IV ANALISA DATA.....	45
4.1 Data Perencanaan	45
4.1.1 Analisa Data Gelombang.....	45
4.1.2 Analisa Geoteknik Tanah Dasar	48

4.1.2 Rekap Parameter Tanah Untuk Perhitungan.....	49
4.2 Data Material Timbunan.....	49
4.3 Data Material Perkuatan Tanah.....	50
4.3.1 Steel Pipe Pile	50
4.4 Data Analisis Harga Satuan Pekerjaan	50
BAB V PERENCANAAN TINGGI TIMBUNAN REKLAMASI	51
5.1 Perencanaan Variasi Tinggi Timbunan	51
5.2 Perhitungan Immediate Settlement	52
5.3 Perhitungan Tinggi Timbunan Pelaksanaan	53
BAB VI PERENCANAAN SHEET PILE dan SHORE PROTECTION	63
6.1 Perencanaan Turap / Sheet Pile	63
6.2 Perencanaan Shore Protection (Revetment)	73
BAB VII METODE PELAKSANAAN	79
7.1 Scope of work	79
7.2 Metode Pelaksanaan	79
BAB VIII RENCANA ANGGARAN BIAYA	85
8.1 Work Breakdown Structure (WBS) dan Perhitungan Volume Pekerjaan	85
8.2 Analisis Harga Satuan Pekerjaan.....	86
8.3 Rencana Anggaran Biaya	88
BAB IX KESIMPULAN	91
9.1 Kesimpulan.....	91
DAFTAR PUSTAKA	93

LAMPIRAN 1 GAMBAR PERENCANAAN	95
DAFTAR ISI	95
LAMPIRAN 2 METODE PELAKSANAAN	97
DAFTAR ISI	97
LAMPIRAN 3 RENCANA ANGGARAN BIAYA	99
DAFTAR ISI	99
LAMPIRAN 4 UMUM	101
DAFTAR ISI	101
BIODATA PENULIS.....	103

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Masterplan Pembangunan Penambahan PLTU unit 9 dan 10 suralaya.....	2
Gambar 1. 2 Geological Cross Section Suralaya.....	3
Gambar 1. 3 Peta Lokasi PLTU Suralaya	5
Gambar 1. 4 Lokasi Proyek PLTU Unit 9 dan 10	6
Gambar 1. 5 Rencana Masteplan Pembangunan PLTU Unit 9 & 10 PT. Indonesia Power.....	6
Gambar 3. 1 Bagan Metodologi	41
Gambar 4. 1 Data borelog BH-16	48
Gambar 4. 2 Parameter tanah dasar	49
Gambar 5. 1 Sketsa Timbunan	53
Gambar 5. 2 Grafik Penentuan HR	54
Gambar 5. 3 Grafik Penentuan HR untuk Elevasi Tanah Dasar - 1,00	56
Gambar 5. 4 Grafik Penentuan HR untuk Elevasi Tanah Dasar - 2,00	57
Gambar 5. 5 Grafik Penentuan HR untuk Elevasi Tanah Dasar - 4,00	60
Gambar 5. 6 Grafik Penentuan HR untuk Elevasi Tanah Dasar - 5,00	62
Gambar 6. 1 Sketsa Turap	63
Gambar 6. 2 Diagram Tegangan Horizontal	66
Gambar 6. 3 Total Displacement 6.15 cm	Error! Bookmark not defined.
Gambar 6. 4 Total Displacement turap tegak 5,8 cm	71
Gambar 6. 5 Bending Moment turap tegak 320,18 Knm/m	71
Gambar 6. 6 Horizontal Displacement turap miring 3,8 cm	72
Gambar 6. 7 Bending Moment turap miring 320,18 Knm/m	72
Gambar 6. 8 Total Displacement Slope 1:1,5.....	74
Gambar 6. 9 Safety Factor Slope 1:1,5	75
Gambar 6. 10 Total Displacement Slope 1:2.....	75

Gambar 6. 11 Safety Factor Slope 1:2	76
Gambar 6. 12 Total Displacement Slope 1:3.....	76
Gambar 6. 13 Safety Factor Slope 1:3	77
Gambar 7. 1 Diagram alir metode pelaksanaan.....	80

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Koefisien Stabilitas K_D untuk Berbagai Jenis Butir ...	11
Tabel 2. 2 Koefisien Lapis	12
Tabel 2. 3 Klasifikasi Gelombang berdasarkan Kedalaman Relatif (SPM 1984)	14
Tabel 2. 4 Parameter – Parameter Gelombang (SPM 1984)	15
Tabel 2. 5 Koefisien untuk menghitung deviasi standar	17
Tabel 2. 6 Batas Interval Keyakinan	18
Tabel 2. 7 Persamaan untuk peramalan tinggi gelombang dengan menggunakan metode SMB (SPM 1984).....	28
Tabel 4. 1 Tinggi gelombang rencana	45
Tabel 4. 2 Perhitungan Periode ulang Metode Fisser-Tipper Type 1	46
Tabel 4. 3 Tinggi Gelombang Metode Fisser-Tippet Type I.....	47
Tabel 4. 4 Rekapitulasi parameter tanah dasar	49
Tabel 4. 5 Parameter tanah timbunan	50
Tabel 5. 1 Variasi Tinggi Timbunan (HR) dan Beban Ekivalen (q)	52
Tabel 5. 2 Perhitungan Immediate Settlement	53
Tabel 5. 3 Rekapitulasi S_c dan H_R	54
Tabel 5. 4 Perhitungan S_c dan HR untuk Elevasi Tanah Dasar - 1,00	55
Tabel 5. 5 Perhitungan HR untuk Elevasi Tanah -2,00	57
Tabel 5. 6 Perhitungan HR untuk Elevasi Tanah -3,00	58
Tabel 5. 7 Penentuan HR untuk Elevasi Tanah -4,00.....	60
Tabel 5. 8 Perhitungan HR untuk Elevasi Tanah -5,00	61
Tabel 6. 1 Perhitungan Koefisien tekanan tanah	64
Tabel 6. 2 Perhitungan Tegangan Vertikal.....	65
Tabel 6. 3 Perhitungan Tegangan Horizontal.....	66
Tabel 6. 4 Perhitungan Gaya dan Momen Aktif.....	67
Tabel 6. 5 Perhitungan Gaya dan Momen Pasif	67

Tabel 6. 6 Perhitungan daya dukung tiang **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 6. 7 Hasil analisis stabilitas77

Tabel 7. 1 Lingkup Pekerjaan.....79

Tabel 8. 1 Work Breakdown Structure.....85

Tabel 8. 2 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Pengurugan Timbunan Menggunakan Buldozer87

Tabel 8. 3 Analisa HargaSatuan Pekerjaan Pemadatan Menggunakan Vibro Roller.....88

Tabel 8. 4 Total biaya pekerjaan penimbunan.....89

Tabel 8. 5 Total biaya pekerjaan pemadatan.....89

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya serta kekuatan, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Proposal Tugas Akhir ini disusun guna melengkapi dan memenuhi persyaratan kelulusan pendidikan pada Program Studi Lintas Jalur Strata I Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Tersusunnya Tugas Akhir ini juga tidak terlepas dari dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terimakasih terutama kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi dan Bapak Musta'in Arif, ST., MT. selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dan mengarahkan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
2. Kedua orang tua penulis
3. Iga Galih Mawarni
4. Rekan-rekan mahasiswa

Penulis menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk menyempurnakan Tugas Akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca.

Surabaya, Juni 2018

Penulis

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

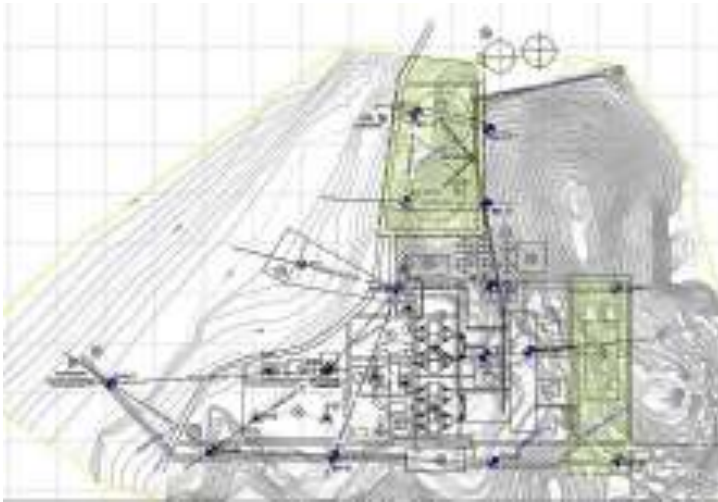
BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PLTU Suralaya berlokasi di ujung barat Pulau Jawa, Propinsi Banten mengelola 8 unit Pusat Listrik Tenaga Uap (PLTU) yang menggunakan batubara sebagai bahan bakar utamanya dengan total kapasitas terpasang sebesar 3400 MW dibawah naungan PT Indonesia Power. Unit pembangkit Suralaya memproduksi lebih kurang 53% total produksi PT Indonesia Power. Dalam rangka memenuhi peningkatan kebutuhan akan tenaga listrik khususnya di pulau jawa sesuai dengan kebijaksanaan pemerintah yang yang mencanangkan pembangunan listrik berkapasitas 35.000 megawatt, maka PLTU Suralaya menambah PLTU dengan membangun unit 9 dan unit 10 yang berkapasitas 2 X 1.000 megawatt untuk menantisipasi defisit listrik pada tahun 2020.

Pembangunan penambahan PLTU unit 9 dan 10 di area sisi darat industri sudah tidak menyisakan ruang atau lahan kosong untuk dijadikan tempat sebagai lahan penampungan batu bara (Gambar 1.1). Adanya masalah keterbatasan lahan tersebut maka diperlukan usaha untuk memperluas lahan dengan reklamasi pantai. Reklamasi pantai yang dilakukan dengan cara menguruk perairan pantai seluas ± 25 hektar dari darat ke laut sampai pada kedalaman -15m lws. Material yang akan dijadikan untuk reklamasi memanfaatkan material lahan dari darat hasil peledakan bukit di sekitar kawasan milik PT. Indonesia Power sendiri

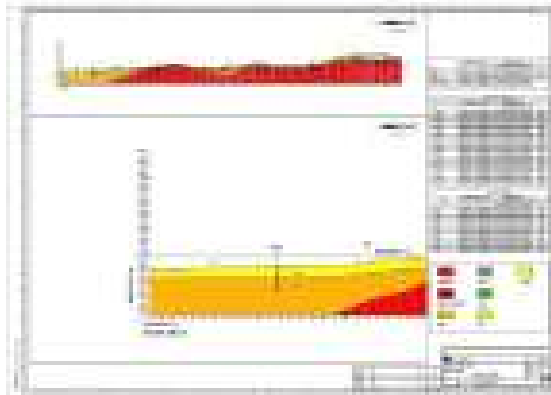


Gambar 1. 1 Masterplan Pembangunan Penambahan PLTU
unit 9 dan 10 suralaya
(Sumber : PT.IP)

Hasil dari penyelidikan data tanah menerangkan kondisi jenis tanah dasar pada perairan pantai tersebut dominan berjenis tanah pasir (Gambar 1.2), sedang material hasil dari peledakan bukit untuk dijadikan penimbunan reklamasi dominan berjenis batuan keras.

Permasalahan yang ditemui pada reklamasi pantai PT.Indonesia Power Suralaya Banten adalah lokasi lahan reklamasi yang memiliki kedalaman seabed yang bervariasi sehingga diperlukan suatu struktur pelindung berupa tanggul (shore protection) yang berfungsi untuk melindungi tanah timbunan dari terjangan arus dan gelombang air laut. Tanggul tersebut dibangun di sepanjang kawasan reklamasi dan merupakan

tahap awal pekerjaan reklamasi. Sedikitnya ada 4 jenis perkuatan yang bisa dijadikan alternatif yaitu : caisson, sheetpile, rubble mound dan cellular cofferdam.



Gambar 1. 2 Geological Cross Section Suralaya
(Sumber : PT.IP)

1.2 Rumusan Masalah

Adapun permasalahan yang muncul dalam studi ini , antara lain :

1. Keterbatasannya lahan di darat untuk dijadikan lahan penampungan batu bara, sehingga perlu merencanakan reklamasi seluas ± 25 Ha dari aspek geoteknis.
2. Merencanakan Alternatif Shore Protection yang efisien dan efektif terhadap biaya dan pelaksanaan untuk perkuatan tanah timbunan mengingat kedalaman lokasi lahan reklamasi mencapai -15LWS.
3. Bagaimana metode pelaksanaan yang sesuai dengan kondisi permasalahan yang ada di lapangan.

1.3 Tujuan Tugas Akhir

Adapun tujuan yang ingin dicapai dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Merencanakan detail reklamasi pantai dari aspek geoteknis.
2. Merencanakan alternatif shore protection yang dapat dilaksanakan untuk melindungi tanah timbunan dari segi efisiensi dan efektifitas biaya dan pelaksanaan.
3. Merencanakan metode pelaksanaan pekerjaan reklamasi sesuai dengan permasalahan yang ada di lapangan.

1.4 Lingkup Pekerjaan

Adapun lingkup pekerjaan yang akan dibahas dalam tugas akhir ini antara lain :

1. Perhitungan reklamasi dari aspek geoteknis pada lapisan tanah dasar dominan pasir :
 - Penurunan tanah segera (immediate settlement)
 - Perencanaan tinggi timbunan
2. Desain alternatif Shore Protection yang dipakai adalah :
 - Steel Pipe Sheet Pile
 - Tanggul Revetment
3. Metode pelaksanaan
4. Perhitungan rencana anggaran biaya (RAB)

1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penyusunan tugas akhir ini antara lain :

1. Tidak mengevaluasi Lay-out dan Fasilitas pelabuhan.
2. Tidak menghitung waktu pelaksanaan proyek.
3. Tidak menganalisa potensi likuifaksi
4. Hanya merencanakan timbunan reklamasi pada kedalaman seabed -5 lws

1.6 Manfaat Tugas Akhir

Manfaat dari tugas akhir ini adalah sebagai bahan masukan dan referensi untuk perencanaan reklamasi pantai.

1.7 Lokasi Studi

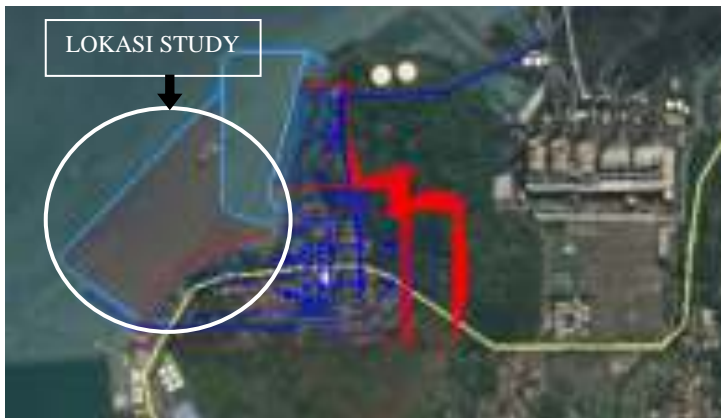
Secara geografis pekerjaan reklamasi pantai PT. Indonesia Power terletak disekitar $5^{\circ}58'10.20''$ LS dan $106^{\circ}04'12.44''$ BT (Gambar 1.3). Lokasi proyek berada di kawasan industri Kabupaten Cilegon, Provinsi Banten (Gambar 1.4).



Gambar 1. 3 Peta Lokasi PLTU Suralaya
(Sumber : Google Earth)



Gambar 1. 4 Lokasi Proyek PLTU Unit 9 dan 10
(Sumber : Google Earth)



Gambar 1. 5 Rencana Masteplan Pembangunan PLTU Unit
9 & 10 PT. Indonesia Power
(Sumber : PT. IP)

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perencanaan Reklamasi

2.1.1 Material Reklamasi

Material timbunan tidak boleh berupa pasir halus berbutir homogen 100% atau material yang memiliki kandungan lempung $\geq 20\%$. Timbunan reklamasi di dalam laut dengan material pasir halus berbutir homogen 100% akan mengalami liquefaction saat terjadi gempa seismik. Liquefaction adalah naiknya harga tegangan pori (u) hingga sama dengan nilai tegangan overburden (σ_o), sehingga mengakibatkan tegangan efektifnya (σ') sama dengan nol. Untuk timbunan reklamasi di dalam laut dengan material dengan kandungan lempung $\geq 20\%$, akan mengakibatkan instabilitas didalam timbunan reklamasi tersebut akibat dari kembang susut yang besar, settlement yang besar, partikel tanah mudah bergerak, dll). Apabila kondisi-kondisi diatas terjadi pada timbunan reklamasi, maka tanah timbunan reklamasi akan runtuh atau rupture.

Persyaratan teknis yang biasa digunakan dalam merencanakan sebuah timbunan reklamasi menurut Wahyudi (1997) adalah sebagai berikut:

- Berupa tanah pasir bercampur kerikil dan sedikit lanau.
- Bersih dan bebas dari bahan organis dan kotoran.
- Mempunyai diameter maksimum butiran = 20 cm.
- Memiliki persentase material berdimensi halus (lebih kecil dari 0.08 mm) adalah kurang dari 20%.

- Mempunyai Relative Density (D_r) minimum sebesar 80% untuk zona diatas permukaan air pasang dan minimum 60% untuk zona dibawah muka air pasang.
- Memiliki permeabilitas (k) minimum = 1×10^{-5} m/s.

2.1.2 Settlement

Adalah penurunan atau deformasi yang terjadi akibat pembebanan di permukaan tanah. Besarnya penurunan tanah total dapat dihitung sesuai dengan rumus berikut.

$$S_t = S_i + S_{CP} + S_{CS} + S_{lat} \quad (2.1)$$

S_t = penurunan total

S_i = immediate settlement

S_{CP} = consolidation primary settlement

S_{CS} = consolidation secondary settlement

S_{lat} = penurunan akibat pergerakan tanah lateral

Penurunan tanah akibat reklamasi pada umumnya mengabaikan penurunan akibat secondary settlement (S_{CS}) dan akibat pergerakan tanah lateral (S_{lat}) (wahyudi, 1997) :

a. Immediate Settlement (S_i)

Menurut Biarez (1973) dalam Wahyudi (1997) disajikan metode perhitungan besarnya penurunan tanah segera (short term condition) dari suatu lapisan tanah ditentukan dengan persamaan:

$$s_i = q \sum \frac{h_i}{E'_i} \quad (2.2)$$

Dimana:

q = tegangan yang bekerja pada permukaan tanah

h_i = tebal lapisan tanah ke-i

E'_i = modulus oedometrik pada lapisan ke-i.

Korelasi antara modulus young dengan modulus oedometrik:

$$E = E' \left(1 - \frac{2\mu^2}{1-\mu} \right)$$

Dimana :

E = Modulus elastisitas Young

μ = Koefisien Poisson

- Lempung lunak, $E = 1380-3450 \text{ KN/M}^2$, $\mu = 0,15-0,25$
- Lempung keras, $E = 5865-13800 \text{ KN/M}^2$, $\mu = 0,2-0,5$
- Pasir lepas, $E = 10350-27600 \text{ KN/M}^2$, $\mu = 0,2-0,4$
- Pasir Padat, $E = 34500-69000 \text{ KN/M}^2$, $\mu = 0,25-0,45$

2.1.3 Berat Batuan dan Dimensi Tanggul

Tanggul ini digunakan untuk melindungi tanah reklamasi sehingga tidak lepas ke laut bebas akibat serangan gelombang dan arus. Untuk menanggulangi terjadinya scouring di kaki tanggul maka di kaki tanggul dipasang berm. Sebelum itu dibawah atau dibalik batu dipasang fibercloth berupa geotextile non woven sehingga air tetap bisa mengalir tetapi tidak untuk material reklamasi. Untuk perhitungan tanggul laut digunakan “ Hudson Forumula”.

2.1.3.1 Armour Layer

Bentuk Hudson Formula adalah sebagai berikut :

$$W = \frac{\gamma_r H^3}{K_D (Sr - 1)^3 \cot \theta}$$

Dengan $Sr = \frac{\gamma_r}{\gamma_a}$

Keterangan :

W = Berat butir batu pelindung

γ_r = Berat jenis batu

γ_a = Berat jenis air laut

H = Tinggi gelombang rencana

θ = Sudut kemiringan sisi pemecah gelombang

K_D = Koefisien stabilitas yang tergantung pada bentuk batu pelindung (batu alam atau buatan), kekasaran permukaan batu,

ketajaman sisi-sisinya, ikatan antara butir, dan kondisi gelombang. Nilai K_D untuk berbagai bentuk batu pelindung terdapat pada Tabel 2.1

Tabel 2. 1 Koefisien Stabilitas K_D untuk Berbagai Jenis Butir

Lapis Lindung	N	Penem- patan	Lengan Bangunan		Ujung (Kepala) Bangunan		Kemiringan
			K _D		K _D		
			Gel. Pecah	Gel. Tdk Pecah	Gel. Pecah	Gel. Tdk Pecah	Cot θ
Batu Pecah							
Bulat halus	2	Acak	1,2	2,4	1,1	1,9	1,5-3,0
Bulat halus	>3	Acak	1,6	3,2	1,4	2,3	*2
Bersudut kasar	1	Acak	*1	2,9	*1	2,3	*2
Bersudut kasar	2	Acak	2,0	4,0	1,9	3,2	1,5
					1,6	2,8	2,0
					1,3	2,3	3,0
Bersudut kasar	>3	Acak	2,2	4,5	2,1	4,3	*2
Bersudut kasar	2	Khusus * ₃	5,8	7,0	5,3	6,4	*2
Paralel-epipedum	2	Khusus	7,0-20,0	8,5-24,0	-	-	-
Tetrapod dan Quadripod	2	Acak	7,0	8,0	5,0	6,0	1,5
					4,5	5,5	2,0
					3,5	4,0	3,0
Tribar	2	Acak	9,0	10,0	8,3	9,0	1,5
					7,8	8,5	2,0
					6,0	6,5	3,0
Dolos	2	Acak	15,8	31,8	8,0	16,0	2,0
					7,0	14,0	3,0
Kubus modifikasi	2	Acak	6,5	7,5	-	5,0	*2
Hexapod	2	Acak	8,0	9,5	5,0	7,0	*2
Tribar	1	Seragam	12,0	15,0	7,5	9,5	*2

(Sumber : Bambang Triatmodjo, 1999)

2.1.3.2 Cross Section

Lebar puncak tanggul (B) ditentukan dengan rumus dibawah ini :

$$B = m' \cdot K_{\Delta} \left(\frac{W}{\gamma_r} \right)^{\frac{1}{3}}$$

Dimana :

B = lebar puncak

m' = jumlah armour unit pada puncak breakwater

K_{Δ} = koefisien lapis (Tabel 2.2)

W = berat butir batu pelindung

γ_r = berat jenis batu pelindung

Tabel 2. 2 Koefisien Lapis

Batu Pelindung	n	Penempatan	Koef. Lapis k_{Δ}	Porositas P (%)
Batu (quarrystone, halus)	2	Acak	1,02	38
Batu (quarrystone, kasar)	2	Acak	1,15	37
Batu (quarrystone, kasar)	> 3	Acak	1,10	40
Kubus	2	Acak	1,10	47
Tetrapod	2	Acak	1,04	50
Quadripod	2	Acak	0,95	49
Hexapod	2	Acak	1,15	47
Tribard	2	Acak	1,02	54
Dolos	2	Acak	1,00	63
Tribar	2	Seragam	1,13	47
Batu (quarrystone)	1	Acak	-	37

(Sumber: Bambang Triatmodjo, 1999)

2.1.3.3 Dimensi Batu

Dimensi Batu dapat dihitung sebagai berikut:

$$D = \left(\frac{W}{\gamma_r} \right)^{\frac{1}{3}}$$

Keterangan:

D = dimensi batu

W = berat butir batu pelindung

γ_r = berat jenis batu pelindung

2.1.3.4 Tebal Lapisan

Tebal lapisan dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$t = n \cdot K_{\Delta} \left(\frac{W}{\gamma_r} \right)^{\frac{1}{3}}$$

Keterangan:

B = lebar puncak

n = jumlah butir batu

K_{Δ} = koefisien lapis (Tabel 2.2)

W = berat butir batu pelindung

γ_r = berat jenis batu pelindung

2.1.3.5 Jumlah Butir Batu

Jumlah butir batu dapat dihitung dengan rumus :

$$N = A n K_{\Delta} \left(1 - \frac{P}{100} \right) \left(\frac{\gamma_r}{W} \right)^{\frac{2}{3}}$$

Keterangan :

N = Jumlah butir batu untuk satu satuan luas permukaan

A = Luas permukaan

n = Jumlah lapis batu dalam lapis pelindung

K_{Δ} = Koefisien lapis batu alam kasar penempatan acak (didapat dari tabel 2.2)

- P = porositas rerata dari lapis pelindung (%)
(tabel 2.2)
- W = Berat butir batu pelindung
- γ_r = Berat jenis batu pelindung

2.2 Gelombang

Gelombang merupakan salah satu factor utama di dalam penentuan tata letak (layout) pelabuhan, alur pelayaran, perencanaan bangunan pantai dan sebagainya. Gelombang dibedakan menjadi beberapa macam berdasarkan daya pembangkitnya, yaitu gelombang angin, gelombang pasang surut, gelombang tsunami, serta gelombang lainnya. Gelombang yang paling penting diantara beberapa gelombang tersebut adalah gelombang angina dan gelombang pasang surut.

Pada umumnya bentuk gelombang di alam adalah sangat kompleks dan sulit digambarkan secara matematik karena ketidak linear, tiga dimensi dan mempunyai bentuk yang random. Ada beberapa teori dengan berbagai derajat kekompleksan dan ketelitian untuk menggambarkan gelombang di alam. Teori paling sederhana yaitu teori gelombang liner (Tabel 2.3).

Tabel 2. 3 Klasifikasi Gelombang berdasarkan Kedalaman Relatif (SPM 1984)

Classification	d/L	$2\pi d/L$	$\tanh(2\pi d/L)$
Deepwater	$> 1/2$	$> \pi$	≈ 1
Transitional	$1/25$ to $1/2$	$1/4$ to π	$\tanh(2\pi d/L)$
Shallow water	$< 1/25$	$< 1/4$	$\approx 2\pi d/L$

Berdasarkan klasifikasi gelombang menurut kedalaman relative dan nilai batas dari fungsi tanah pada tabel 2.1, didapatkan parameter – parameter gelombang yang dapat di lihat pada tabel 2.4

k = Parameter bentuk

Data yang akan digunakan untuk analisa perhitungan harus disusun terlebih dahulu dalam urutan dari besar ke kecil. Selanjutnya probabilitas ditetapkan untuk setiap tinggi gelombang sebagai berikut:

1. Distribusi Fisher Tippet Tipe I

$$P(H_s \leq H_{sm}) = 1 - \frac{m-0,44}{N_T+0,12}$$

2. Distribusi Weibull

$$P(H_s \leq H_{sm}) = 1 - \frac{m-0,2-\frac{0,27}{\sqrt{k}}}{N_T+0,2+\frac{0,23}{\sqrt{k}}}$$

Keterangan :

$P(H_s \leq \hat{H}_S)$ = Probabilitas dari tinggi gelombang representative ke m yang tidak dilampaui.

H_{sm} = Tinggi gelombang urutan ke m

m = Nomor urut tingi gelombang signifikan

N_T = Jumlah kejadian gelombang selama pencatatan

Parameter A dan B pada persamaan diatas dihitung dari metode kuadrat terkecil untuk setiap tipe distribusi yang digunakan. Hitungan didasarkan pada analisis regresi linier dari hubungan berikut:

$$H_{sm} = A \cdot y_m + B$$

Dimana y_m untuk distribusi Fisher Tippet tipe I :

$$y_m = -\ln\{-\ln F(H_s \leq H_{sm})\}$$

Untuk distribusi Weibull :

$$y_m = [-\ln\{1 - F(H_s \leq H_{sm})\}]^{1/k}$$

Tinggi gelombang signifikan untuk berbagai periode ulang dihitung dari fungsi probabilitas dengan rumus berikut ini:

$$H_{sr} = A \cdot y_r + B$$

Dimana y_r untuk distribusi Fisher-Tippett tipe I:

$$y_r = -\ln \left\{ -\ln \left(1 - \frac{1}{L \cdot T_r} \right) \right\}$$

Dan untuk distribusi Weibull:

$$y_r = [\ln(L \cdot T_r)]^{1/k}$$

Keterangan:

H_{sr} = Tinggi gelombang signifikan dengan periode ulang

T_r = Periode ulang (tahun)

K = Panjang data (tahun)

L = Rerata jumlah kejadian pertahun

Untuk perkiraan deviasi standar dari nilai uang. Deviasi standar yang dinormalkan dihitung dengan persamaan berikut:

$$\sigma_{nr} = \frac{1}{\sqrt{N}} [1 + \alpha(y_r - c + \varepsilon \ln v)^2]^{1/2}$$

Keterangan:

σ_{nr} = Standar deviasi yang dinormalkan dari tinggi gelombang signifikan dengan periode ulang T

N = Jumlah data tinggi gelombang signifikan

α = $\alpha_1 \cdot e^{\alpha_2 \cdot N^{-1.3} + k\sqrt{-\ln v}}$

$\alpha_1, \alpha_2, e, \varepsilon, k$ = koefisien empiris

v = $\frac{N}{N_T}$

Tabel 2. 5 Koefisien untuk menghitung deviasi standar

Jenis Distribusi	α_1	α_2	E	c	ε
Fisher-Tippett tipe I	0,64	9	0,93	0,0	1,33
Weibull (k = 1,4)	2,05	11,4	0,69	0,4	0,72

(Sumber: Bambang Triatmodjo, 1999)

Besaran absolut deviasi standar tinggi gelombang signifikan dihitung dengan rumus:

$$\sigma_r = \sigma_{nr} \cdot \sigma_{Hs}$$

Keterangan :

σ_r = Kesalahan standar dari tinggi gelombang signifikan dengan periode ulang T_r

σ_{Hs} = Deviasi standar dari data gelombang signifikan

Batas interval keyakinan terhadap H_{sr} dengan berbagai tingkat keyakinan diberikan pada tabel berikut.

Tabel 2. 6 Batas Interval Keyakinan

Tingkat Keyakinan (%)	Batas Interval Keyakinan Terhadap H_{sr}	Probabilitas Batas Atas Terlampaui
80	$1,28 \sigma_r$	10
85	$1,44 \sigma_r$	7,5
90	$1,65 \sigma_r$	5,0
95	$1,96 \sigma_r$	2,5
99	$2,58 \sigma_r$	0,5

(Sumber : Bambang Triatmodjo, 1999)

2.2.2 Refraksi

Peristiwa berbeloknya gelombang akibat perubahan kedalaman air laut disebut refraksi. Refraksi terjadi karena adanya pengaruh perubahan kedalaman laut. Di daerah di mana kedalaman air lebih besar dari setengah panjang gelombang, $d/L_0 > 0,5$ yaitu dilaut dalam, gelombang menjalar tanpa dipengaruhi dasar laut. Tetapi di laut transisi dan dangkal, dasar laut memperngaruhi gelombang. Gambar 2.1 menunjukkan proses berbeloknya arah gelombang yang disebut dengan refraksi.

Tinggi gelombang akibat refraksi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$H_1 = K_s K_r H_0 \quad (2.7)$$

Dimana :

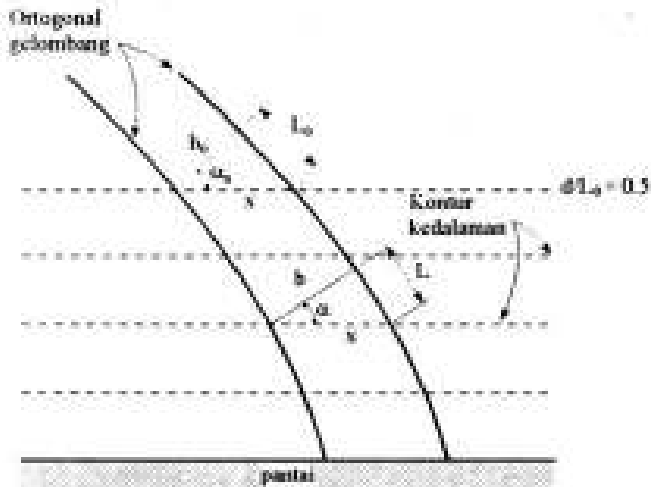
K_s = koefisien pendangkalan (koefisien bisa dapat dari table C-1 SPM 1984)

$$K_r = \text{koefisien refraksi} = \sqrt{\frac{\cos \alpha_o}{\cos \alpha}}$$

α_o = sudut antara garis puncak gelombang dengan kontur dasar dimana gelombang melintas.

α = sudut antara garis puncak gelombang melintasi kontur dasar berikutnya.

H_0 = tinggi gelombang di laut dalam



Gambar 2. 1 Refraksi Gelombang pada Pantai (Teknik Pantai 1999)

Adapun langkah – langkah dalam perhitungan refraksi adalah sebagai berikut :

1. Menghitung panjang gelombang (L_o) dan kecepatan gelombang/celerity (C_o), dimana :

$$L_o = 1,56 T^2$$

$$C_o = L_o / T,$$

dimana T = periode gelombang

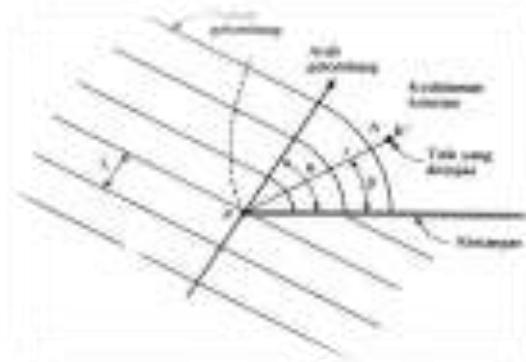
2. Menghitung besar sudut arah datang gelombang
 - a. Menentukan kedalaman di depan tanggul yang ditinjau (d).
 - b. Menghitung panjang gelombang (L) dan kecepatan jalar gelombang (C).
 - c. Menghitung besar sudut gelombang yang datang (ϕ), dengan rumus :

$$\sin \phi = C/C_0 \times \sin \phi_0$$
3. Menghitung tinggi gelombang pada kedalaman yang ditinjau (H_s)
 - a. Menghitung koefisien refraksi (K_r).
 - b. Menghitung koefisien pendangkalan (K_s), didapat dari table C-1 SPM 1984.
 - c. Menghitung tinggi gelombang hasil refraksi (H_s) = $K_s \times K_r \times H_0$

2.2.3 Difraksi

Peristiwa pembelokan suatu gelombang yang diakibatkan gelombang yang datang terhalang oleh suatu rintangan, seperti pemecah gelombang atau pulau. Pembelokan tersebut terjadi di sekitar ujung rintangan dan masuk ke daerah terlindung di belakangnya, seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.2. Peristiwa ini juga menunjukkan adanya energy yang disalurkan di sepanjang

puncak gelombang. Fenomena ini dikenal dengan difraksi gelombang



Gambar 2.2 Difraksi Gelombang di Belakang Rintangan
(Teknik Pantai 1999)

Untuk menghitung tinggi gelombang akibat difraksi shore protection manual (1984) memberikan persamaan sebagai berikut :

$$H_A = K' K_p \quad (2.8)$$

Dimana :

K_s = koefisien difraksi (koefisien bisa di dapat dari diagram difraksi untuk single breakwater SPM 1984)

H_p = tinggi gelombang dititik P

H_A = tinggi gelombang di titik A

Dalam perhitungan koefisien difraksi, shore protection manual (SPM 1984) mengelompokan tipe breakwater menjadi dua bagian, yaitu single breakwater dan double breakwater. Adapun nilai dari koefisien ini dapat ditentukan dengan bantuan diagram difraksi yang terdapat pada SPM (1984). Gambar 2.3 menunjukan contoh diagram difraksi untuk single breakwater.

Dalam perencanaan reklamasi di suralaya banten ini hanya dilakukan perhitungan difraksi gelombang untuk single breakwater. Adapun langkah – langkah perhitungan koefisien difraksi untuk single breakwater berdasarkan SPM (1984) adalah sebagai berikut :

- Dihitung tinggi gelombang (H) dan panjang gelombang (L) dari breakwater.
- Dihitung jarak titik yang ditinjau (r) dan sudutnya (θ) dari ujung breakwater
- Dihitung sudut gelombang datang (ϕ)
- Dihitung harga r/L
- Dari diagram difraksi SPM 1984 untuk single breakwater, dengan harga r/L, θ , dan ϕ didapatkan nilai K'

2.2.3 Gelombang pecah

Gelombang yang menjalar dari tempat yang dalam menuju ke tempat yang semakin lama semakin dangkal pada suatu lokasi tertentu, gelombang tersebut akan pecah. Kondisi gelombang pecah tergantung pada kemiringan dasar pantai dan kecuraman gelombang. Secara teoritis Michell (1983) memberikan batas kecuraman gelombang, dimana gelombang mulai tidak stabil, adalah sebagai berikut :

$$\frac{H_o}{L_o} = 0,142 \approx \frac{1}{7} \quad (2.9)$$

Tinggi gelombang pecah dapat dihitung dengan rumus berikut ini :

$$\frac{H_b}{H'o} = \frac{1}{3,3(\frac{H'o}{L_o})^{1/3}} \quad (2.10)$$

Kedalaman air dimana gelombang pecah diberikan oleh rumus berikut :

$$\frac{Db}{Hb} = \frac{1}{b - (ahb/gT_2)} \quad (2.11)$$

Dimana a dan b merupakan fungsi kemiringan pantai m dan diberikan oleh persamaan berikut :

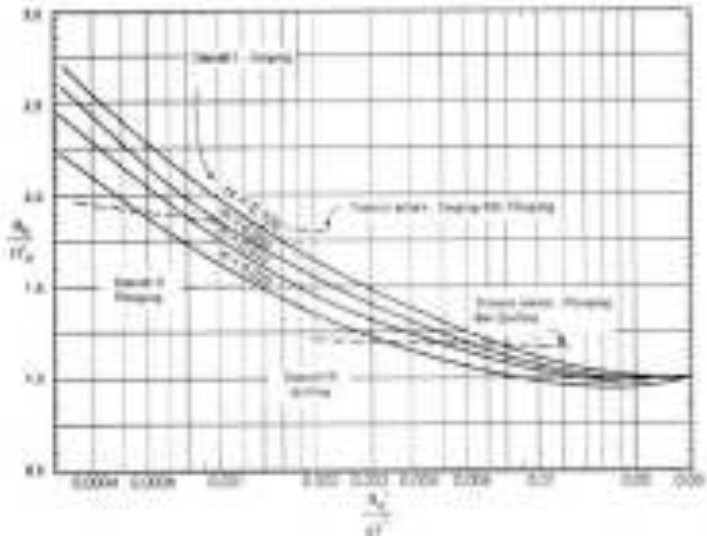
$$a = 43,75 (1 - e^{-19m}) \quad (2.12)$$

$$b = \frac{1,56}{1 + e^{-19,5m}} \quad (2.13)$$

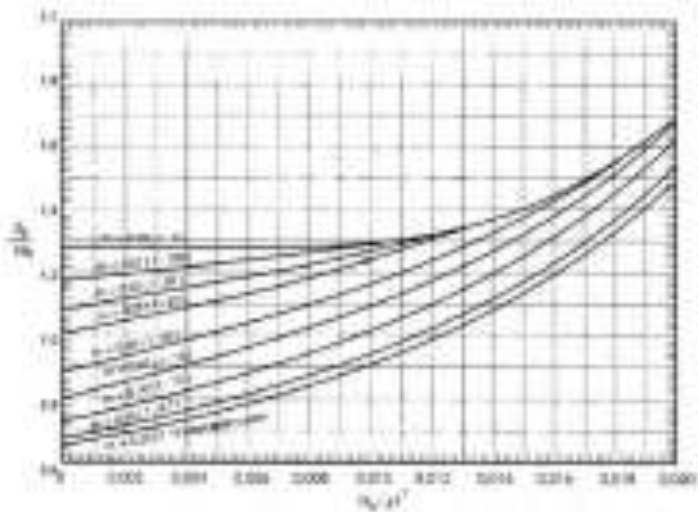
dengan :

H_b	=	tinggi gelombang pecah
H'_0	=	tinggi gelombang laut dalam ekuivalen
L_o	=	panjang gelombang di laut dalam
D_b	=	kedalaman air pada saat gelombang pecah
M	=	kemiringan dasar laut
G	=	percepatan gravitasi
T	=	periode gelombang

Sudut datang gelombang pecah dihitung berdasarkan analisis refraksi pada kedalaman dimana terjadi gelombang pecah. Penelitian yang dilakukan oleh Iversen, Galvin dan Goda (dalam spm 1984) menunjukkan bahwa H_b/H'_0 dan d_b/H_b tergantung pada kemiringan dasar pantai dan kemiringan gelombang datang. Gambar 2.3 adalah grafik yang dibuat oleh Goda yang memberikan hubungan antara H_b/H'_0 dan H'_0 / gT_2 untuk berbagai kemiringan dasar pantai. Sedangkan Gambar 2.4 adalah hasil penelitian Wiegel yang memberikan hubungan antara d_b/H_b dan H_b/gT_2 untuk berbagai kemiringan dasar pantai. Gambar 2.3 dan 2.4 disarankan untuk digunakan di dalam perhitungan tinggi dan kedalaman gelombang pecah.



Gambar 2. 3 Penentuan tinggi gelombang pecah (Teknik Pantai 1999)



Gambar 2. 4 Penentuan kedalaman gelombang pecah (Teknik Pantai 1999)

2.2.4 Peramalan Tinggi Gelombang Berdasarkan Data Angin

salah satu gelombang yang sering terjadi di laut dan digunakan sebagai peramalan tinggi gelombang adalah gelombang yang dibangkitkan oleh angin. Gelombang yang terjadi di laut disebabkan oleh energi yang ditimbulkan oleh angin yang berhembus di atas permukaan laut.

Tinggi dan periode gelombang yang disebabkan oleh angin dipengaruhi oleh kecepatan angin (U_w), lama waktu angin berhembus (t_d), dan panjang fetch (F), semakin besar gelombang yang terbentuk, semakin kuat dan semakin lama angin yang berhembus pada daerah pembangkitannya.

Beberapa parameter yang perlu diketahui dalam peramalan gelombang berdasarkan data angin, antara lain :

- a. Kecepatan rata – rata angin di permukaan air (U_w).
- b. Panjang daerah pembangkitan gelombang fetch (F).
- c. Arah angin.
- d. Lama hembus angin pada fetch (t).

2.2.4.1 Kecepatan Angin

Perumusan untuk pembangkitan gelombang oleh angin yang digunakan adalah berdasarkan data angin di atas permukaan laut, sedangkan data- data kecepatan angin yang diperoleh berdasarkan pengukuran yang dilakukan di darat. Oleh karena itu, diperlukan transformasi dari data angin yang diperoleh di daratan ke data angin di atas permukaan laut. Adapun perumusan – perumusannya adalah sebagai berikut :

$$R_L = U_w/U_L \quad (2.15)$$

Dimana :

R_L = factor koreksi akibat perbedaan ketinggian (lihat Gambar 2.6)

U_w = kecepatan angin di atas permukaan laut

U_L = kecepatan angin di atas daratan.

Peramalan gelombang biasanya menggunakan kecepatan angin pada ketinggian 10 meter dari permukaan tanah. Apabila kecepatan angin tidak di ukur pada ketinggian tersebut, maka kecepatan angina perlu dikoreksi dengan rumus :

$$U_{10} = U_z \times (10/z)^{1/7}, \text{ untuk } z < 20 \text{ m} \quad (2.16)$$

Sedangkan kecepatan angin yang akan digunakan untuk permalan gelombang adalah :

$$U = R_L \times R_T \times (U_{10})_L \quad (2.17)$$

Dimana :

R_L = koreksi terhadap pencatatan kecepatan angin di darat (lihat Gambar 2.6)

R_T = koreksi akibat adanya perbedaan temperatur udara (lihat Gambar 2.5)

$(U_{10})_L$ = kecepatan angin pada ketinggian 10 m di atas tanah.

Hasil dari perhitungan kecepatan angin tersebut diatas kemudian dikonversi menjadi factor tegangan angina (UA) dengan menggunakan rumus :

$$U_A = 0,71 \times U^{1,23} \quad (2.18)$$

2.2.4.2 Fetch (F)

Di dalam peramalan tinggi gelombang berdasarkan kecepatan angin, fetch biasanya dibatasi oleh bentuk daratan yang mengelilingi daerah pembangkitan gelombang. Fetch dapat didefinisikan sebagai panjang pembangkitan gelombang pada arah datangnya mata angina. Apabila bentuk daerah pembangkitan tidak teratur, maka untuk peramalan gelombang perlu ditentukan fetch efektif (F_{eff}) dengan persamaan sebagai berikut :

$$F_{eff} = \frac{\sum x_i \cdot \cos \alpha}{\sum \cos \alpha} \quad (2.19)$$

Dimana :

$$\begin{aligned} F_{eff} &= \text{fetch efektif} \\ X_i &= \text{proyeksi radial pada arah angin} \\ \alpha &= \text{sudut antara jalur fetch yang ditinjau} \\ &\quad \text{dengan arah angin} \end{aligned}$$

2.2.4.3 Peramalan Tinggi Gelombang (H_{mo})

Sverdrup-Munk (1947) memberikan prosedur perhitungan untuk meramalkan tinggi gelombang dengan mengkombinasikan rumus empiris dan analitis. Kurva peramalan gelombang Sverdrup-Munk kemudian direvisi oleh Bretshneider (1952) menggunakan data empiris. Sistem peramalan ini kemudian dikenal dengan metode SMB (Sverdrup-Munk – Bretshneider). Adapun persamaan – persamaan dari metode SMB untuk perhitungan tinggi gelombang signifikan dan periode gelombang sebagai berikut :

$$g \cdot H_{mg} / U_A^2 = 1,6 \times 10^{-3} (gf / U_A)^{1/2} \quad (2.20)$$

$$g \cdot T_m / U_A = 2,875 \times 10^{-1} (gf / U_A^2)^{1/3} \quad (2.21)$$

$$g \cdot T / U_A = 6,88 \times 10^{-1} (gf / U_A^2)^{2/3} \quad (2.22)$$

untuk fully development seas :

$$g \cdot H_{mo} / U_A = 2,433 \times 10^{-1} \quad (2.23)$$

$$g \cdot T_m / U_A = 81,43 \quad (2.24)$$

$$g \cdot T / U_A = 7,51 \times 10^4 \quad (2.25)$$

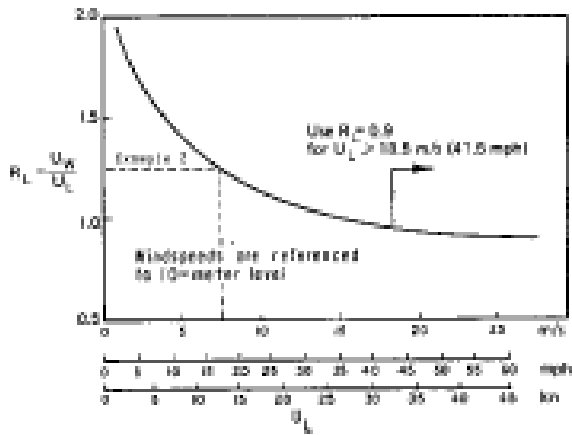
Dimana :

$$\begin{aligned} H_{mo} &= \text{tinggi gelombang signifikan} \\ T_m &= \text{periode gelombang puncak} \\ F &= \text{panjang fetch} \\ U_A &= \text{factor tekanan angin} \end{aligned}$$

Persamaan – persamaan diatas dapat disederhanakan dengan menggunakan satuan SI ($g = 9,81 \text{ m/s}^2$) menjadi persamaan – persamaan yang terdapat pada tabel 2.7

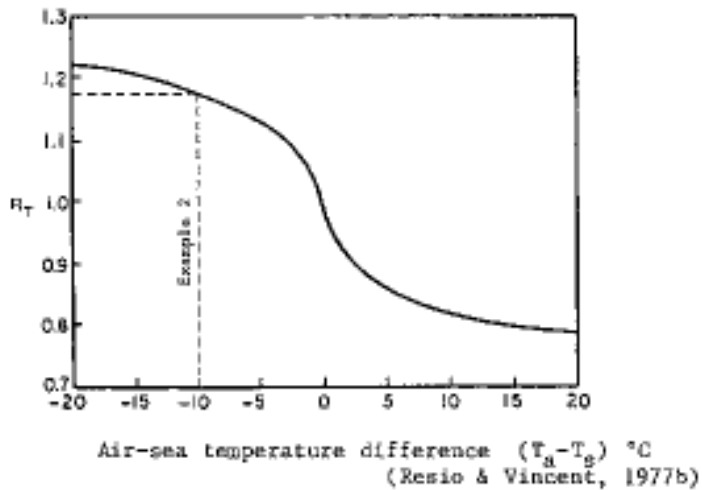
Tabel 2. 7 Persamaan untuk peramalan tinggi gelombang dengan menggunakan meotde SMB (SPM 1984)

Parameter	Metode Petrie	
	$H_{m0}, T_{p1}, U_{p2}/g^{1/2}, W_{p0}, U_{p0}$	$H_{m0}, T_{p1}, U_{p2}/g^{1/2}, W_{p0}, U_{p0}$
$\frac{H_{m0}}{U_{p0}} = 1.44 \times 10^{-2} \left(\frac{U_{p2}}{U_{p0}} \right)^{1/2} \quad (2-120)$ $\frac{T_{p1}}{U_{p0}} = 4.19 \times 10^{-1} \left(\frac{U_{p2}}{U_{p0}} \right)^{1/2} \quad (2-121)$ $\frac{W_{p0}}{U_{p0}} = 4.14 \times 10^{-1} \left(\frac{U_{p2}}{U_{p0}} \right)^{1/2} \quad (2-122)$	$\frac{H_{m0}}{U_{p0}} = 5.11 \times 10^{-2} \left(\frac{U_{p2}}{U_{p0}} \right)^{1/2} \quad (2-123)$ $\frac{T_{p1}}{U_{p0}} = 4.29 \times 10^{-1} \left(\frac{U_{p2}}{U_{p0}} \right)^{1/2} \quad (2-124)$ $\frac{W_{p0}}{U_{p0}} = 3.21 \times 10^{-1} \left(\frac{U_{p2}}{U_{p0}} \right)^{1/2} \quad (2-125)$	$\frac{H_{m0}}{U_{p0}} = 1.44 \times 10^{-2} \left(\frac{U_{p2}}{U_{p0}} \right)^{1/2} \quad (2-126)$ $\frac{T_{p1}}{U_{p0}} = 4.25 \times 10^{-1} \left(\frac{U_{p2}}{U_{p0}} \right)^{1/2} \quad (2-127)$ $\frac{W_{p0}}{U_{p0}} = 3.19 \times 10^{-1} \left(\frac{U_{p2}}{U_{p0}} \right)^{1/2} \quad (2-128)$
$\frac{H_{m0}}{U_{p0}} = 2.4 \times 10^{-2} \quad (2-129)$ $\frac{T_{p1}}{U_{p0}} = 8.14 \quad (2-130)$ $\frac{W_{p0}}{U_{p0}} = 7.14 \times 10^2 \quad (2-131)$	$\frac{H_{m0}}{U_{p0}} = 5.11 \times 10^{-2} \quad (2-132)$ $\frac{T_{p1}}{U_{p0}} = 8.29 \times 10^{-1} \quad (2-133)$ $\frac{W_{p0}}{U_{p0}} = 7.19 \times 10^2 \quad (2-134)$	$\frac{H_{m0}}{U_{p0}} = 2.44 \times 10^{-2} \quad (2-135)$ $\frac{T_{p1}}{U_{p0}} = 8.08 \times 10^{-1} \quad (2-136)$ $\frac{W_{p0}}{U_{p0}} = 2.89 \times 10^2 \quad (2-137)$
$g = 9.81 \text{ m/s}^2$	$g = 9.81 \text{ m/s}^2$ $L = 1600 \text{ m}$ $L = 1600 \text{ m}$	



(after Resio & Vincent, 1977b)

Gambar 2. 5 Gambar koreksi akibat perbedaan ketinggian, R_L (SPM 1984)



(Resio & Vincent, 1977b)

Gambar 2. 6 Grafik koreksi akibat temperatur dan udara, R_T (SPM 1984)

2.3 Tekanan Tanah Lateral

Tekanan tanah lateral adalah sebuah parameter perencanaan yang penting dalam sejumlah persoalan tentang teknik pondasi termasuk konstruksi penahan tanah. Dinding penahan tanah dan dinding turap, galian yang diperkokoh dan yang tidak (braced dan unbraced excavation), semuanya memerlukan perkiraan tekanan lateral secara kuantitatif pada pekerjaan konstruksi, baik untuk analisa perencanaan maupun untuk analisa stabilitas.

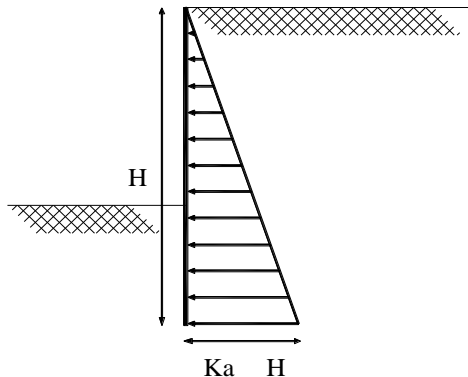
Untuk dapat memperkirakan dan menghitung kestabilan dinding penahan, diperlukan menghitung tekanan ke arah samping (lateral). Karena massa tanah berupa butiran, maka saat menerima tegangan normal baik akibat beban yang diterima tanah maupun akibat berat kolom tanah di atas kedalaman atau duga tanah yang kita tinjau, akan menyebabkan tekanan tanah ke arah tegak lurus atau ke arah samping. Tekanan inilah yang disebut sebagai tekanan tanah lateral (lateral earth pressure). Tekanan tanah akibat kolom tanah tersebut merupakan besaran tegangan efektif yang sebanding dengan H . Pengetahuan tentang tekanan lateral ini diperlukan untuk pendekatan perancangan kestabilan.

Tekanan tanah lateral dibedakan menjadi tekanan tanah lateral aktif dan tekanan lateral pasif. Tekanan lateral aktif adalah tekanan lateral yang ditimbulkan tanah secara aktif pada struktur yang kita selenggarakan. Sedangkan tekanan lateral pasif merupakan tekanan yang timbul pada tanah saat menerima beban struktur yang kita salurkan pada secara lateral.

Besarnya tekanan tanah sangat dipengaruhi oleh fisik tanah, sudut geser, dan kemiringan tanah terhadap bentuk struktur dinding penahan tanah.

- λ = sudut kemiringan permukaan belakang dinding
 β = kemiringan tanah dibelakang sheet pile
 δ = sudut geser antara tanah dengan dinding
 ϕ = sudut geser dalam tanah
 γ = berat volume tanah
 H = tinggi sheet pile

Pada tanah berkohesi maka terjadi pengurangan tekanan sebesar $2c/\text{Ka}$

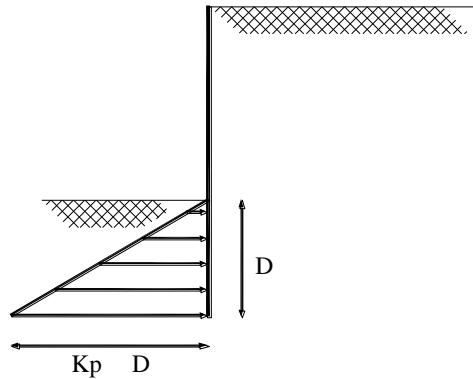


Gambar 2. 8 Tekanan tanah aktif (Hardiyatmo, 1994)

2.3.2 Tekanan Lateral Pasif

Jika suatu gaya mendorong dinding penahan tanah ke arah urugannya, maka tekanan tanah dalam kondisi ini disebut tekanan tanah pasif. Arah dari tekanan tanah pasif ini berlawanan dengan arah tekanan aktif. Tekanan pasif menunjukkan nilai maksimum dari gaya yang dapat dikembangkan oleh tanah, yaitu gaya yang dibutuhkan untuk menahan dinding penahan tanah sebelum mengalami kegagalan.

Berupa tekanan horizontal tanah pada bagian depan struktur yang terbenam (Gambar 2.9)



Gambar 2. 9 Diagram tekanan tanah pasif (Hardiyatmo, 1994)

Rumusan tekanan horizontal dapat dituliskan sebagai :

$$\sigma_p = K_p \times \gamma \times H \quad (2.28)$$

Dimana harga K_p :

Untuk tanah datar adalah :

$$K_p = \frac{1+\sin \phi}{1-\sin \phi} = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) = \frac{1}{K_a} \quad (2.29)$$

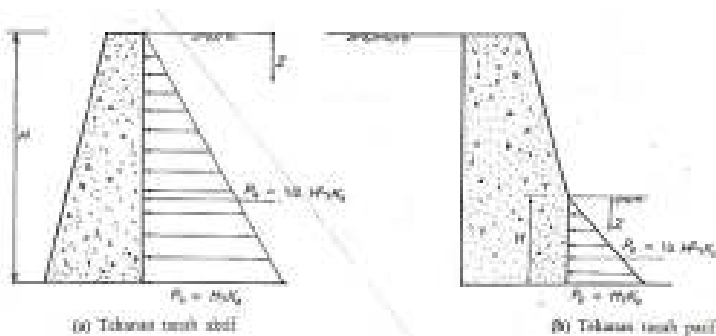
Koefisien tanah aktif (dengan syarat $\lambda=0$, $\beta=0$, $\delta=0$)

ϕ = Sudut geser dalam tanah

γ = Berat volume tanah

D = Panjang sheet pile yang terbenam dalam Tanah

Tekanan tanah lateral pada dinding dengan permukaan rata seperti pada Gambar 2.10 yang memperlihatkan dinding penahan tanah dengan urugan tanah tak berkohesi ($c = 0$).

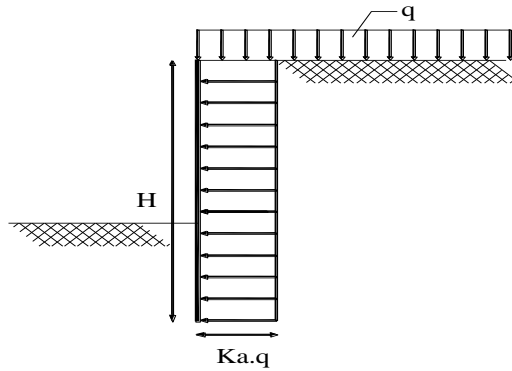


Gambar 2. 10 Distribusi Tekanan Tanah Aktif dan Pasif Rankine Untuk Permukaan Tanah Horizontal (Hardiyatmo, 1994)

2.3.3 Tekanan Tanah Akibat Gaya Surcharge di Permukaan Tanah

- Tekanan tanah akibat beban merata diatas permukaan tanah (gambar 2.11)

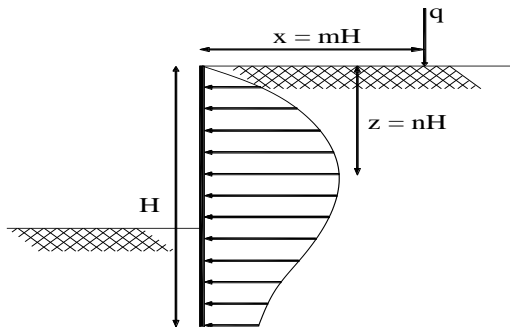
$$\sigma q = Ka \cdot q \quad (2.30)$$



Gambar 2. 11 Tekanan tanah akibat gaya merata(Hardiyatmo, 1994)

- Tekanan tanah akibat beban garis terpusat (gambar 2.12) pada permukaan tanah ditentukan dengan persamaan berikut :

$$\sigma_z = \frac{4q}{\pi H} \frac{m^2 n}{(m^2 + n^2)^2} \text{ dengan } m > 0.4 \quad (2.31)$$

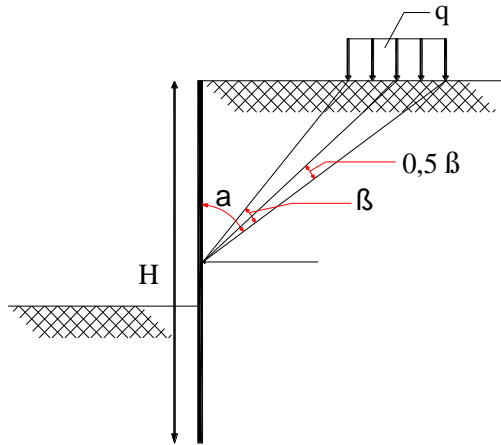


Gambar 2. 12 Tekanan tanah akibat beban garis (Hardiyatmo, 1994)

$$\sigma_z = \frac{4q}{\pi H} \frac{m^2 n}{(m^2 + n^2)^2} \text{ dengan } m \leq 0.4 \quad (2.32)$$

- Tekanan tanah akibat beban lajur (gambar 2.13) dengan besar q per satuan luas adalah :

$$\sigma_z = \frac{q}{\pi} (\beta - \sin\beta \cos 2\alpha) \quad (2.33)$$



Gambar 2. 13 Tekanan tanah akibat beban lajur (Hardiyatmo, 1994)

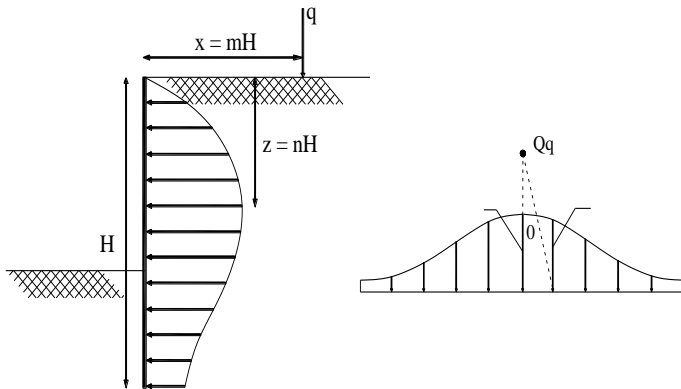
- Besar tekanan tanah akibat beban titik (gambar 2.14) yang bekerja pada permukaan tanah ditentukan dengan persamaan berikut :

$$\sigma_z = \frac{1.77Qq}{H^2} \frac{m^2 n^2}{(m^2 + n^2)^3} \text{ dengan } m > 0.4 \quad (2.34)$$

$$\sigma_z = \frac{0.28Qq}{H^2} \frac{n^2}{(0.16 + n^2)^3} \text{ dengan } m \leq 0.4 \quad (2.35)$$

Bila diperhitungkan tegangan pada titik disamping beban maka dapat ditentukan dengan rumus :

$$\sigma h' = \sigma h \cos^2 \theta \quad (2.36)$$



Gambar 2. 14 Tekanan tanah akibat beban titik (Hardiyatmo, 1994)

2.4 Turap

2.4.1 Definisi Turap

Turap adalah konstruksi yang dapat menahan tekanan tanah di sekelilingnya, mencegah terjadinya kelongsoran dan biasanya terdiri dari dinding turap dan penyangganya. Konstruksi dinding turap terdiri dari beberapa lembaran turap yang dipancangkan ke dalam tanah, serta membentuk formasi dinding menerus vertikal yang berguna untuk menahan timbunan tanah atau tanah yang berlereng. Turap terdiri dari bagian-bagian yang dibuat terlebih dahulu (pre-fabricated) atau dicetak terlebih dahulu (pre-cast). (Sri Respati, 1995)

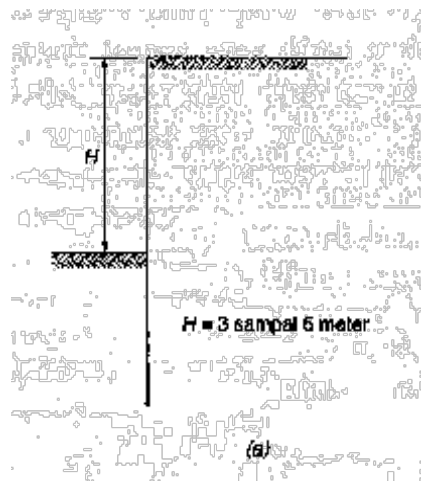
2.4.2 Tipe-Tipe Dinding Turap

Terdapat 4 tipe dinding turap yaitu :

1. Dinding Turap Kantilever

Dinding turap kantilever merupakan turap yang dalam menahan beban lateral mengandalkan tahanan tanah

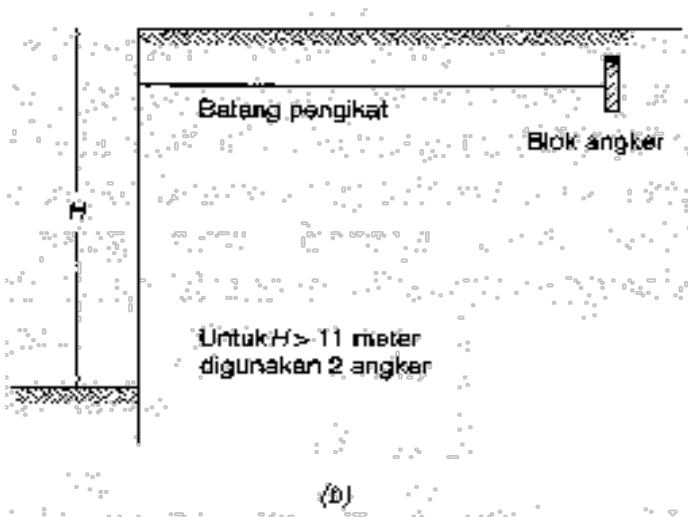
didepan dinding. Defleksi lateral yang terjadi relatif besar pada pemakaian turap kantilever. Karena luas tampang bahan turap yang dibutuhkan bertambah besar dengan ketinggian tanah yang ditahan (akibat momen lentur yang timbul). Turap kantilever hanya cocok untuk menahan tanah dengan ketinggian/kedalaman yang sedang.



Gambar 2. 15 Dinding Turap Kantilever (Hardiyatmo,2008)

2. Dinding Turap Diangker

Dinding turap diangker cocok untuk menahan tebing galian yang dalam, tetapi masih juga bergantung pada kondisi tanah. Dinding turap ini menahan beban lateral dengan mengandalkan tahanan tanah pada bagian turap yang terpancang kedalam tanah dengan dibantu oleh angker yang dipasang pada bagian atasnya.

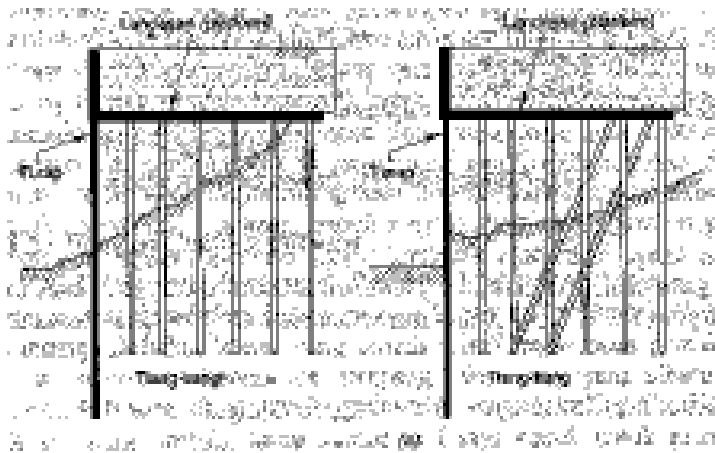


Gambar 2. 16 Dinding Turap Diangker (Hardiyatmo,2008)

3. Dinding Turap dengan Landasan (platform)

Dinding turap semacam ini dalam menahan tekanan tanah lateral dibantu oleh tiang-tiang, dimana diatas tiang tiang-tiang tersebut dibuat landasan untuk meletakkan bangunan tertentu. Tiang-tiang pendukung landasan juga berfungsi untuk mengurangi beban lateral pada turap. Dinding turap ini dibuat bila di dekat lokasi dinding turap direncanakan

akan dibangun jalan kereta api, mesin derek atau bangunan-bangunan berat lainnya.



Gambar 2. 17 Dinding Turap dengan Landasan (Platform) (Hardiyatmo,2008)

4. Bendungan Elak Seluler

Bendungan elak seluler (cellular cofferdam) merupakan turap yang berbentuk sel-sel yang diisi dengan pasir. Dinding ini menahan tekanan tanah dengan mengandalkan beratnya sendiri. (Hary Christady Hardiyatmo, 2002)

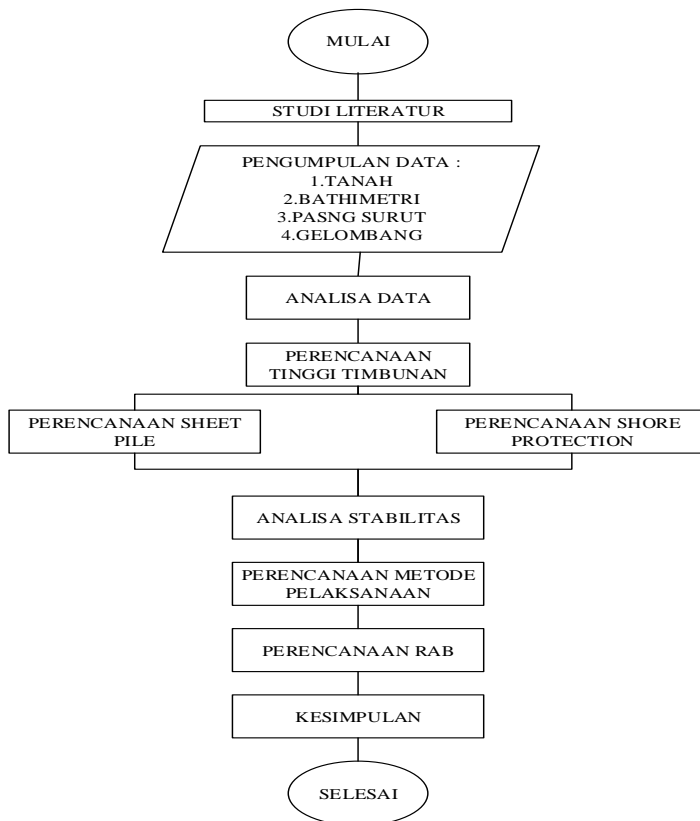


Gambar 2. 18 Bendungan Elak Seluler(Cofferdam) (Hardiyatmo,2008)

BAB III METODOLOGI

3.1 Bagan Alir

Berikut ini merupakan diagram alir Perencanaan Reklamasi Pantai lahan penumpukan batu bara PLTU unit 9 dan 10, Suralaya, Banten.. Perencanaan dimulai dengan menganalisa data sekunder, kemudian perencanaan reklamasi dan Shore Protection dilanjutkan perencanaan perkuatan tanah timbunan.



Gambar 3. 1 Bagan Metodologi

3.2 Studi Literatur

Mempelajari konsep – konsep perhitungan yang akan digunakan dalam perencanaan detail reklamasi dan Shore Protection.

3.3 Pengumpulan Data dan Analisa Data

Data-data yang dipakai dalam perencanaan ini adalah data sekunder yang meliputi :

- a. Denah Lokasi
- b. Data tanah, mencakup :
 - Boring log dan Standard Penetration Test (SPT)
 - Hasil Tes Tanah Laboratorium
- c. Peta Bathymetri
- d. Data perencanaan reklamasi

3.4 Perhitungan Aspek Geoteknis Reklamasi

Hal – hal yang perlu diperhatikan dalam perhitungan aspek geoteknis reklamasi pada kondisi lapisan tanah dasar dominan pasir, antara lain :

- a. Penurunan tanah segera (immediate settlement).
- b. Perencanaan tinggi timbunan

3.5 Perencanaan Alternatif Shore Protection

Shore Protection pada perencanaan detail reklamasi ini berfungsi agar tanah material reklamasi tidak mengalami kerusakan akibat arus maupun gelombang air laut.

Shore Protection adalah suatu konstruksi yang diharapkan dapat melindungi segala sesuatu yang berada di balik shore protection tersebut dari kerusakan akibat gelombang air laut. Adapun alternatif yang direncanakan pada tugas akhir ini, yaitu :

- a. Steel Pipe Sheet pile
- b. Rubble Mound

3.6 Perencanaan Metode Pelaksanaan

Beberapa hal yang perlu direncanakan dalam metode pelaksanaan antara lain :

- a. Persiapan lahan, yaitu membersihkan dan meratakan tanah dasar dari vegetasi dan kotoran lainnya.
- b. Pemasangan Alternatif Perkuatan Tanah Timbunan
- c. Pemasangan tanggul (Shore Protection).
- d. Pelaksanaan detail reklamasi.

3.7 Perhitungan Rencana Anggaran Biaya

Adapun yang perlu diperhitungkan dalam merencanakan anggaran biaya untuk pelaksanaan reklamasi ini antara lain :

- a. Biaya peralatan
- b. Biaya material

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV

ANALISA DATA

4.1 Data Perencanaan

Layout reklamasi dan peta batimetri pada proyek pembangunan PLTU unit 9 dan 10 PT. Indonesia Power Suralaya, Banten dapat dilihat pada **Lampiran**

4.1.1 Analisa Data Gelombang

Data gelombang yang digunakan adalah hasil dari pengukuran oleh PT.Indonesia Power yang ditujukan pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Tinggi gelombang rencana

Tahun	H (m)
2004	0.75
2005	0.65
2006	0.74
2007	0.78
2008	0.84
2009	0.71
2010	0.65
2011	0.78
2012	0.71
2013	0.72
2014	0.82
2015	0.83

(Sumber : PT.Indonesia Power)

Frekuensi gelombang merupakan faktor yang mempengaruhi perencanaan bangunan pantai. Untuk menetapkan gelombang periode ulang tertentu dibutuhkan data gelombang dengan jangka waktu pengukuran yang cukup panjang (beberapa

tahun). Periode ulang adalah suatu interval rata-rata yang dinyatakan dalam satuan waktu (tahun) antara peristiwa terjadinya gelombang yang tertentu melampauinya. Data untuk menetapkan gelombang dengan periode ulang tertentu tersebut bisa merupakan data pengukuran langsung gelombang atau data gelombang hasil hindcasting. Dalam tugas akhir ini data gelombang yang dipakai adalah data pengukuran langsung hasil pengukuran PT. Indonesia Power.

Untuk mendapatkan nilai tinggi gelombang berdasarkan periode ulang mendekati akurat maka dipakai beberapa alternatif. Alternatif tersebut berupa analisis statik dengan menggunakan metode Weibull. Dan Metode Fisser – Tippet type 1 (lihat Tabel 4.2). Dalam perencanaan Shore Protection lahan reklamasi suralaya banten ini menggunakan umur rencana 25 tahun. Perencanaan tinggi gelombang dalam tugas akhir ini menggunakan metode Fishre Tippet type I. Hasil perhitungan ditunjukkan dalam Tabel 4.3

Tabel 4. 2 Perhitungan Periode ulang Metode Fisser-Tipper Type 1

m	H_{sm}	P	Y_m	$H_{sm} Y_m$	Y_m^2	$(H_{sm} - H_{mavg})^2$
1	0.83	0.95	3.05	2.52	9.31	0.01
2	0.82	0.87	1.98	1.62	3.93	0.01
3	0.72	0.79	1.44	1.04	2.07	0.00
4	0.71	0.71	1.06	0.75	1.12	0.00
5	0.78	0.62	0.75	0.58	0.56	0.00
6	0.65	0.54	0.49	0.32	0.24	0.01
7	0.71	0.46	0.25	0.18	0.06	0.00
8	0.84	0.38	0.02	0.02	0.00	0.01
9	0.78	0.29	-0.20	-0.16	0.04	0.00
10	0.74	0.21	-0.44	-0.33	0.19	0.00
11	0.65	0.13	-0.72	-0.47	0.52	0.01
12	0.75	0.05	-1.12	-0.84	1.26	0.00
Σ	6.05	6.00	6.55	7.03	19.30	0.03

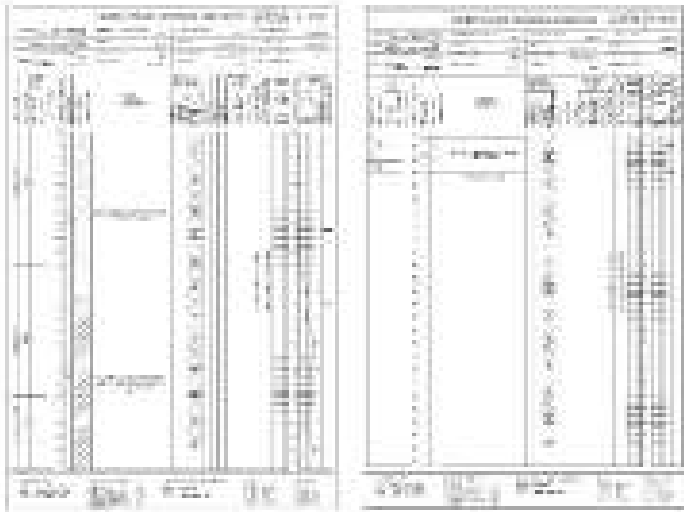
Tabel 4. 3 Tinggi Gelombang Metode Fisser-Tippet Type I

T_r (year s)	Y_r (mete r)	H_{Br} (mete r)	σ_{nr}	σ_r	$H_{Br} - (1.28 \times \sigma_r)$ (meter)	$H_{Br} + (1.28 \times \sigma_r)$ (meter)
2	0.367	0.705	0.3 06	0.0 03	0.701	0.709
5	1.500	0.974	0.5 05	0.0 05	0.967	0.980
10	2.250	1.151	0.6 85	0.0 07	1.143	1.160
15	2.674	1.252	0.7 92	0.0 08	1.241	1.262
20	2.970	1.322	0.8 69	0.0 09	1.311	1.333
25	3.199	1.376	0.9 29	0.0 09	1.364	1.388
50	3.902	1.542	1.1 15	0.0 11	1.528	1.557
75	4.311	1.639	1.2 24	0.0 12	1.623	1.655

(Sumber : hasil perhitungan)

4.1.2 Analisa Geoteknik Tanah Dasar

Data tanah yang tersedia pada proyek ini yaitu BH-01, BH-02, BH-03, BH-04, BH-05, BH-06, BH-07, BH-08, BH-09, BH-10, BH-10, BH-11, BH-12, BH-13, BH-14, BH-15, dan BH-16. Namun dalam perencanaan ini hanya akan menggunakan data tanah BH-16 karena titik pengeboran berada di area reklamasi. Data tersebut berupa hasil bore log seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.1, hasil parameter tanah dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4. 1 Data borelog BH-16

Depth (m)	N-SPT (blows)	Soil	SPT-68						GPM = 1.38	
			qc (MPa)	f _c (kN/m ²)	f _u (kPa)	φ ^o (deg)	c' (kPa)	E (GPa)	V _s (m/s)	G max (kPa)
0-03	-	Blank	-	-	-	-	-	-	-	-
3-03	1	Blank	-	17.08	-	38.98	-	7.083	96.98	14.070
4-03	1	Blank	-	17.08	-	38.98	-	7.083	96.98	14.070
6-03	1	Blank	-	17.08	-	38.98	-	7.083	96.98	14.070
8-03	1	Blank	-	17.08	-	38.98	-	7.083	96.98	14.070
10-03	1	Blank	-	17.08	-	38.98	-	7.083	96.98	14.070
12-03	23	Gravelly sil	-	23.08	-	31.31	-	33.913	298.35	138.498
14-03	23	Gravelly sil	-	23.08	-	31.31	-	33.913	298.35	138.498
16-03	30	Gravelly sil	-	23.08	-	31.31	-	49.497	339.98	281.184
18-03	33	Gravelly sil	-	23.08	-	31.31	-	49.497	339.98	281.184
20-03	40	Gravelly sil	-	23.08	-	31.31	-	49.497	339.98	281.184
22-03	39	Gravelly sil	-	23.08	-	31.31	-	49.497	339.98	281.184
24-03	30	Gravelly sil	-	23.08	-	31.31	-	49.497	339.98	281.184
26-03	30	Tuff	-	23.08	-	31.31	-	49.497	339.98	281.184
28-03	30	Tuff	-	23.08	-	31.31	-	49.497	339.98	281.184

Gambar 4. 2 Parameter tanah dasar

(Sumber : PT. Indonesia Power)

4.1.2 Rekapitan Parameter Tanah Untuk Perhitungan

Dengan hasil penyelidikan tanah yang dilakukan oleh PT. Indonesia Power, maka dapat disimpulkan parameter tanah yang dipakai untuk perhitungan ditunjukkan seperti pada Tabel 4.4

Tabel 4. 4 Rekapitulasi parameter tanah dasar

Depth	Deskripsi Tanah	Thickness	Nspt	ysat	φ	E	Vs	G
M		M	M	t/m ³	(°)	kN/m ²	m/s	kpa
0-10	sand	10	1	1.7	18.46	7000	96.9	14070
11-28	tuff	18	40	2.2	36.91	33571	298.35	166370.4

4.2 Data Material Timbunan

Dalam perencanaan ini material yang di gunakan adalah hasil dari penyelidikan data tanah PT. Indonesia Power yang ditunjukkan dalam Tabel 4.5 berikut :

Tabel 4. 5 Parameter tanah timbunan

γ_{sat}	γ_{dry}	γ'	ϕ	CU	C'	V	E
t/m ³	t/m ³	t/m ³	(°)	t/m ²	t/m ²		kN/m ²
1.96	1.53	0.96	20	10	6.7	0.25	3500

(Sumber : PT. Indonesia Power)

4.3 Data Material Perkuatan Tanah

Perencanaan perkuatan tanah menggunakan material yang sesuai dengan yang tersedia dipasaran. Material perkuatan tanah yang digunakan, yaitu :

4.3.1 Steel Pipe Pile

Steel Pipe Pile yang digunakan dalam perencanaan menggunakan brosur dari Nippon Steel dan Sumimoto Metal. Jenis dan spesifikasi Steel Pipe Pile ditunjukkan pada **Lampiran**

4.4 Data Analisis Harga Satuan Pekerjaan

Analisis harga satuan pekerjaan mengacu pada analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Tahun 2012 Bidang Pekerjaan Umum yang disusun oleh Kementerian Pekerjaan Umum dan harga satuan geosistem

BAB V

PERENCANAAN TINGGI TIMBUNAN REKLAMASI

Perencanaan timbunan dilakukan untuk mengetahui besarnya tinggi timbunan reklamasi yang diperlukan agar hasil akhir sesuai dengan yang direncanakan. Elevasi akhir rencana timbunan adalah + 5m LWS. Berdasarkan data kontur, tinggi timbunan reklamasi tertinggi adalah 10m dari elevasi seabed -5m LWS.

Lapisan tanah asli pada borlog BH-16 memiliki lapisan yang Cohessionless setebal 10m. selanjutnya di bawah kedalaman 10m, lapisan tanah tuff yang mempunyai konsistensi sangat keras.

5.1 Perencanaan Variasi Tinggi Timbunan

Dalam perencanaan timbunan perlu dicari besarnya penurunan tanah dasar. Dari besarnya penurunan akan disesuaikan tinggi timbunan pelaksanaan (H_R) sehingga elevasi akhir timbunan sesuai dengan perencanaan yaitu +5. Oleh karena itu, perlu direncanakan variasi tinggi timbunan untuk mengetahui besarnya penurunan tanah dasar.

Untuk tinggi timbunan rencana 2,5 m, maka beban timbunan yang ekuivalen dengan tinggi timbunan rencana adalah :

$$H_{\text{Rencana}} = q_{\text{timbunan}} \times \gamma_{\text{timbunan}}$$
$$q_{\text{timbunan}} = \frac{H_{\text{rencana}}}{\gamma_{\text{timbunan}}} = \frac{2,5 \text{ m}}{1,96 \text{ t/m}^3} = 4,9 \text{ t/m}^2$$

Direncanakan variasi tinggi timbunan sebesar 2,5 – 20 m dengan interval 2,5 m. variasi tinggi timbunan dan beban ekuivalen (q) yang akan digunakan dalam perencanaan ditampilkan pada Tabel 5.1

Tabel 5. 1 Variasi Tinggi Timbunan (HR) dan Beban Ekivalen (q)

H_R (m)	q (t/m²)
2,5	4,9
5	9,8
7,5	14,7
10	19,6
12,5	24,5
15	29,4
17,5	34,3
20	39,2

5.2 Perhitungan Immediate Settlement

Dengan bervariasinya elv seabed dan tinggi timbunan reklamasi serta kondisi lapisan tanah dasar yang dominan pasir akan terjadi penurunan segera / Immediate Settlement. Immediate Settlement yang terjadi dapat dihitung sebagai berikut :

- H = 2,5 m ; q = 4,9 t/m²

Lapisan 1 :

$$s_i = q \Sigma \frac{h_i}{E'_i}$$

$$s_i = 4,9 \frac{t}{m^2} \Sigma \frac{10m}{777,778} = 0,063 m$$

Lapisan 2 :

$$s_i = 4,9 \frac{t}{m^2} \Sigma \frac{2m}{7193,785} = 0,0013 m$$

$$s_i \text{ total} = 0,063 + 0,0013 = 0,0643 m$$

Untuk perhitungan Si dengan q yang berbeda dapat ditabelkan sebagai berikut :

Tabel 5. 2 Perhitungan Immediate Settlement

HR (m)	q (t/m ²)	Si (m)
2,5	4.9	0.064
5	9.8	0.129
7,5	14.7	0.193
10	19.6	0.257
12,5	24.5	0.322
15	29.4	0.386
17,5	34.3	0.451
20	39.2	0.515

5.3 Perhitungan Tinggi Timbunan Pelaksanaan

Setelah mendapatkan nilai Sc akibat H_R yang bervariasi, nilai Sc masing- masing H_R direkapitulasi dalam Tabel 5.3.

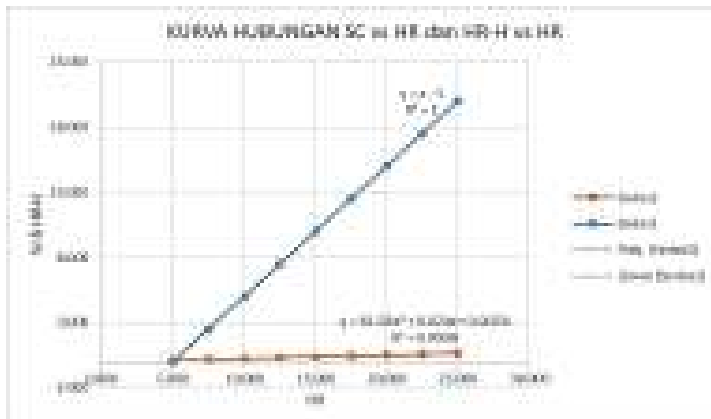
Untuk mendapatkan tinggi timbunan pelaksanaan (H_R) yang tepat sesuai dengan elevasi rencana, maka dibuat grafik hubungan dengan kurva H_R - H vs H_R dan Sc Vs H_R . Tinggi timbunan rencana (H) adalah tinggi ketika timbunan pelaksanaan (H_R) telah mengalami penurunan segera. Permodelan timbunan ditunjukkan pada Gambar 5.1

**Gambar 5. 1** Sketsa Timbunan

Tabel 5. 3 Rekapitulasi Sc dan H_R

Elv Rencana	+5	
Elv Seabed	0.00	
H(m)	5.00	
HR(m)	Sc(m)	HR-H (m)
2.5	0.064	0.00
5.000	0.129	0.000
7.500	0.193	2.500
10.000	0.257	5.000
12.500	0.322	7.500
15.000	0.386	10.000
17.500	0.451	12.500
20.000	0.515	15.000
22.500	0.579	17.500
25.000	0.656	20.000

Untuk $H = 5$ m dengan elevasi tanah dasar 0 m , grafik penentuan tinggi timbunan pelaksanaan (HR) dapat dilihat pada Gambar 5.2.

**Gambar 5. 2** Grafik Penentuan H_R

Dari grafik tersebut didapatkan persamaan regresi dari masing-masing kurva.

$$y = 6E-05x^2 + 0.024x + 0.0076$$

$$y = x - 5$$

dari kedua persamaan tersebut didapatkan :

$$y = Sc = HR - H = 0,129 \text{ m}$$

$$x = HR = 5,129 \text{ m}$$

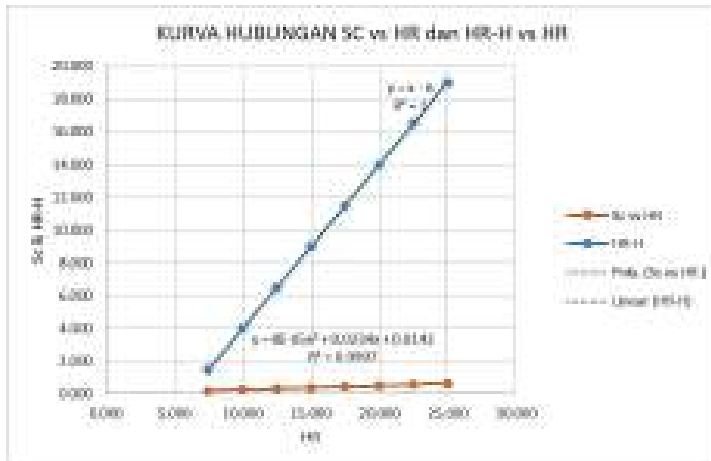
Untuk elevasi tanah dasar 0 didapatkan tinggi timbunan pelaksanaan sebesar 5,129 m dan besar Immediate Settlement (Sc) 0,129 m.

Perhitungan HR untuk Elevasi tanah dasar -1,00 ditunjukkan pada Tabel 5.4.

Tabel 5. 4 Perhitungan Sc dan HR untuk Elevasi Tanah Dasar - 1,00

Elv Rencana	+5	
Elv Seabed	-1.00	
H(m)	6.00	
HR(m)	Sc(m)	HR-H (m)
2.5	0.064	0.00
5.000	0.129	0.00
7.500	0.193	1.50
10.000	0.257	4.00
12.500	0.322	6.50
15.000	0.386	9.00
17.500	0.451	11.50
20.000	0.515	14.00
22.500	0.579	16.50
25.000	0.656	19.00

Untuk elevasi tanah dasar -1,00m, grafik penentuan tinggi timbunan pelaksanaan (HR) dapat dilihat pada Gambar 5.3.



Gambar 5. 3 Grafik Penentuan HR untuk Elevasi Tanah Dasar -1,00

Dari grafik tersebut didapatkan persamaan regresi dari masing-masing kurva.

$$y = 8E-05x^2 + 0.0234x + 0.0142$$

$$y = x - 6$$

dari kedua persamaan tersebut didapatkan :

$$y = Sc = HR-H = 0,157 \text{ m}$$

$$x = HR = 6,157 \text{ m}$$

Untuk elevasi tanah dasar -1,00, tinggi timbunan pelaksanaan sebesar 6,157m dan besar Immediate Settlement (Sc) sebesar 0,157m.

Perhitungan elevasi untuk tanah dasar -2,00 ditunjukkan pada Tabel 5.5

Tabel 5. 5 Perhitungan HR untuk Elevasi Tanah -2,00

Elv Rencana	+5	
Elv Seabed	-2.00	
H(m)	7.00	
HR(m)	Sc(m)	HR-H (m)
2.500	0.064	0.00
5.000	0.129	0.00
7.500	0.193	0.50
10.000	0.257	3.00
12.500	0.322	5.50
15.000	0.386	8.00
17.500	0.451	10.50
20.000	0.515	13.00
22.500	0.579	15.500
25.000	0.656	18.000

Untuk elevasi tanah dasar -2,00m, grafik penentuan tinggi timbunan pelaksanaan (HR) dapat dilihat pada Gambar 5.4

**Gambar 5. 4** Grafik Penentuan HR untuk Elevasi Tanah Dasar -2,00

Dari grafik tersebut didapatkan persamaan regresi dari masing-masing kurva

$$y = 8E-05x^2 + 0.0234x + 0.0142$$

$$y = x - 7$$

dari persamaan tersebut didapatkan :

$$y = Sc = HR - H = 0,182 \text{ m}$$

$$x = HR = 7,182 \text{ m}$$

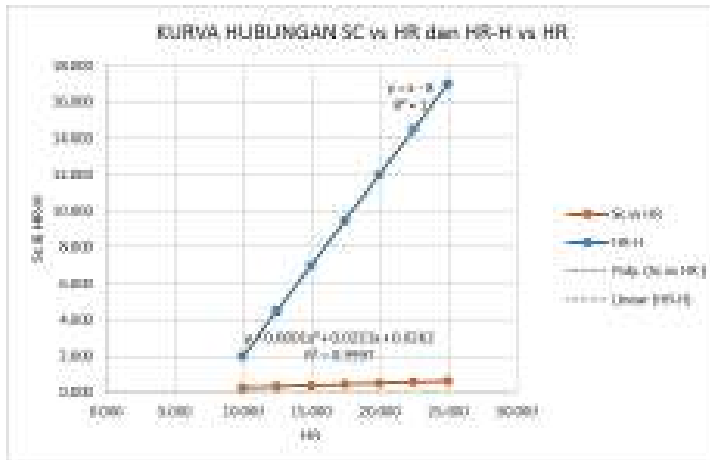
Untuk elevasi tanah dasar -2,00, tinggi timbunan pelaksanaan sebesar 7,182m dan besar Immediate Settlement (Sc) sebesar 0,182m.

Perhitungan HR untuk elevasi tanah dasar -3,00 ditunjukkan pada Tabel 5.6

Tabel 5. 6 Perhitungan HR untuk Elevasi Tanah -3,00

Elv Rencana	+5	
Elv Seabed	-3.00	
H(m)	8.00	
HR(m)	Sc(m)	HR-H (m)
2.500	0.064	0
5.000	0.129	0.000
7.500	0.193	0.000
10.000	0.257	2.000
12.500	0.322	4.500
15.000	0.386	7.000
17.500	0.451	9.500
20.000	0.515	12.000
22.500	0.579	14.500
25.000	0.656	17.000

Untuk elevasi tanah dasar -3,00m, grafik penentuan tinggi timbunan pelaksanaan (HR) dapat dilihat pada Gambar 5.5



Gambar 5.5 Grafik Penentuan HR untuk Elevasi Tanah dasar - 3,00

Dari grafik tersebut didapatkan persamaan regresi dari masing-masing kurva

$$y = 0.0001x^2 + 0.0221x + 0.0262$$

$$y = x - 8$$

dari persamaan tersebut didapatkan :

$$y = Sc = HR - H = 0,209 \text{ m}$$

$$x = HR = 8,209 \text{ m}$$

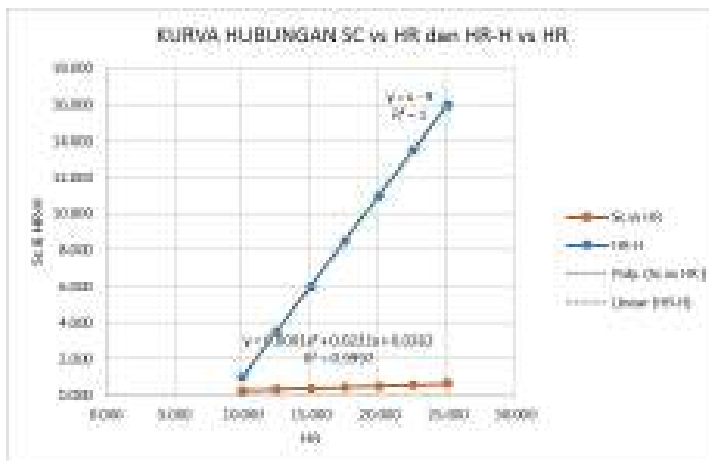
Untuk elevasi tanah dasar -3,00, tinggi timbunan pelaksanaan sebesar 8,209m dan besar Immediate Settlement (Sc) sebesar 0,209m.

Perhitungan HR untuk elevasi tanah dasar -4,00 ditunjukkan pada Tabel 5.7

Tabel 5. 7 Penentuan HR untuk Elevasi Tanah -4,00

Elv Rencana	+5	
Elv Seabed	-4.00	
H(m)	9.00	
HR(m)	Sc(m)	HR-H (m)
2.500	0.064	0
5.000	0.129	0.000
7.500	0.193	0.000
10.000	0.257	1.000
12.500	0.322	3.500
15.000	0.386	6.000
17.500	0.451	8.500
20.000	0.515	11.000
22.500	0.579	13.500
25.000	0.656	16.000

Untuk elevasi tanah dasar -4,00m, grafik penentuan tinggi timbunan pelaksanaan (HR) dapat dilihat pada Gambar 5.5

**Gambar 5. 5** Grafik Penentuan HR untuk Elevasi Tanah Dasar -4,00

Dari grafik tersebut didapatkan persamaan regresi dari masing-masing kurva.

$$y = 0.0001x^2 + 0.0221x + 0.0262$$

$$y = x - 9$$

dari kedua persamaan tersebut didapatkan :

$$y = Sc = HR - H = 0,233 \text{ m}$$

$$x = HR = 9,233 \text{ m}$$

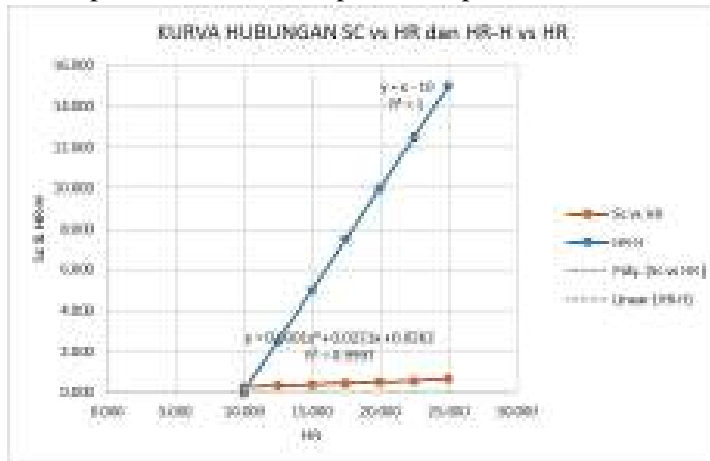
Untuk elevasi tanah dasar -4,00, tinggi timbunan pelaksanaan sebesar 9,233m dan besar Immediate Settlement (Sc) sebesar 0,233m.

Perhitungan HR untuk elevasi tanah dasar -5,00 ditunjukkan pada Tabel 5.8

Tabel 5. 8 Perhitungan HR untuk Elevasi Tanah -5,00

Elv Rencana	+5	
Elv Seabed	-5.00	
H(m)	10.00	
HR(m)	Sc(m)	HR-H (m)
2.500	0.064	0
5.000	0.129	0.000
7.500	0.193	0.000
10.000	0.257	0.000
12.500	0.322	2.500
15.000	0.386	5.000
17.500	0.451	7.500
20.000	0.515	10.000
22.500	0.579	12.500
25.000	0.656	15.000

Untuk elevasi tanah dasar -3,00m, grafik penentuan tinggi timbunan pelaksanaan (HR) dapat dilihat pada Gambar 5.6



Gambar 5. 6 Grafik Penentuan HR untuk Elevasi Tanah Dasar -5,00

Dari grafik tersebut didapatkan persamaan regresi dari masing-masing kurva.

$$y = 0.0001x^2 + 0.0221x + 0.0262$$

$$y = x - 10$$

dari kedua persamaan tersebut didapatkan :

$$y = Sc = HR - H = 0,257 \text{ m}$$

$$x = HR = 10,257 \text{ m}$$

Untuk elevasi tanah dasar -4,00, tinggi timbunan pelaksanaan sebesar 10,257m dan besar Immediate Settlement (Sc) sebesar 0,257m.

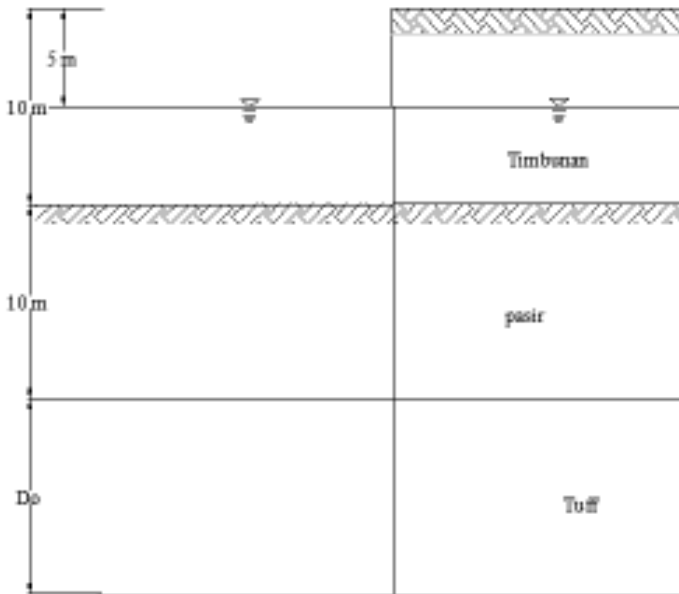
BAB VI

PERENCANAAN SHEET PILE dan SHORE PROTECTION

Perkuatan struktur tanah timbunan direncanakan untuk menjaga stabilitas timbunan terhadap gelombang dan arus serta mereduksi tekanan horizontal tanah.

6.1 Perencanaan Turap / Sheet Pile

Turap akan direncanakan sebagai struktur dinding penahan tanah timbunan reklamasi untuk mengurangi tekanan tanah horizontal akibat tanah timbunan. sketsa gambar tanah ditunjukkan pada Gambar 6.1.



Gambar 6. 1 Sketsa Turap

Perencanaan turap dapat dihitung sebagai berikut.

- Perhitungan koefisien tekanan tanah

Koefisien tekanan tanah aktif dan diperoleh dengan menggunakan rumus Rankine yaitu :

- a. Koefisien tekanan tanah aktif

$$K_a = \tan^2 \left(45 - \frac{\phi}{2} \right), \text{ dimana :}$$

$$K_a = \tan^2 \left(45 - \frac{20}{2} \right)$$

$$K_a = 0.49$$

- b. Koefisien tekanan Tanah pasif

$$K_p = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right), \text{ dimana :}$$

$$K_p = \tan^2 \left(45 + \frac{18,46}{2} \right)$$

$$K_p = 1.93$$

Untuk perhitungan koefisien tekanan tanah aktif dan pasif lainnya ditunjukkan pada Tabel 6.1 di bawah ini.

Tabel 6. 1 Perhitungan Koefisien tekanan tanah

Tanah	ϕ	K_a	K_p
Timbunan	20	0.49	
Pasir	18.49	0.52	1.93
Tuff	36.9	0.25	4.01

- Perhitungan tegangan tanah

Perhitungan tegangan vertikal efektif aktif.

Diasumsikan pada tidak ada beban di atas tanah timbunan

Titik 1

$$\sigma_{v1}' = q = 0 \text{ t/m}^2$$

Titik 2

$$\sigma_{v2}' = \sigma_{v1} + \gamma' \times h$$

$$= 0 + 1.96 \times 5 = 9,80 \text{ t/m}^2$$

Perhitungan tegangan pada titik lain ditunjukkan dalam Tabel 6.2 di bawah ini

Tabel 6. 2 Perhitungan Tegangan Vertikal

Titik	σ_v' Aktif (ton/m ²)	σ_v' Pasif (ton/m ²)
1	0.00	
2	9.80	
3	9.80	
4	14.60	
5	14.60	0.00
6	21.60	7.00
7	21.60	7.00
8	21.60+1.2Do	7+1.2Do

Tegangan horizontal aktif dan pasif akibat tanah

- Di titik 1

$$\begin{aligned}
 \sigma_{h1} &= \sigma_{v1}' \times K_{a1} - 2c\sqrt{ka1} \\
 &= (0 \times 0.49) - (2 \times 6.7 \times \sqrt{0.49}) \\
 &= -9.38 \text{ ton/m}^2
 \end{aligned}$$

- Di titik 2

$$\begin{aligned}
 \sigma_{h2} &= \sigma_{v2}' \times K_{a1} - 2c\sqrt{ka1} \\
 &= (9.80 \times 0.49) - (2 \times 6.7 \times \sqrt{0.49}) \\
 &= -4.8 \text{ ton/m}^2
 \end{aligned}$$

- Titik 5

$$\sigma_{h5} = \sigma_{v1}' = q = 0 \text{ t/m}^2$$

- Titik 6

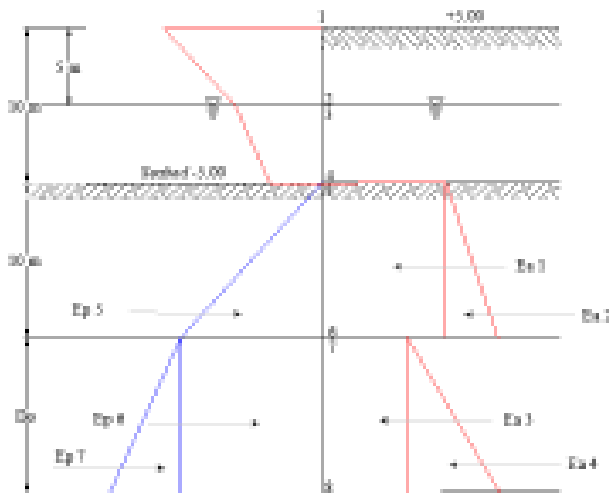
$$\begin{aligned}
 \sigma_{h6} &= \sigma_{v2}' \times K_{p1} + 2c\sqrt{kp} \\
 &= (7 \times 1.93) + (2 \times 0 \times \sqrt{1.93}) \\
 &= 13.49 \text{ ton/m}^2
 \end{aligned}$$

Perhitungan tegangan horizontal aktif pada titik lain ditunjukkan dalam Tabel 6.3

Tabel 6. 3 Perhitungan Tegangan Horizontal

Titik	σ_h' aktif (ton/m ²)	σ_h' pasif (ton/m ²)
1	-9.38	
2	-4.58	
3	-4.58	
4	-2.22	
5	7.58	0.00
6	11.21	13.49
7	5.4	28.05
8	$5.4+0.3D_o$	$28.05+4.8D_o$

Tegangan horizontal tanah ditunjukkan pada Gambar 6.2 seperti dibawah ini :



Gambar 6. 2 Diagram Tegangan Horizontal

Berdasarkan perhitungan tegangan horizontal, maka dapat dihitung tekanan tanah aktif dan pasif. Berikut adalah perhitungan tekanan tanah aktif :

$$\begin{aligned}
 Ea\ 1 &= 7.58 \times 10 &= &75.8 &T \\
 Ea\ 2 &= 0.5 \times (11.21-7.58) \times 10 &= &18.17 &T \\
 Ea\ 3 &= 5.4 \times Do &= &5.4 &DO \\
 Ea\ 4 &= 0.5 \times (5.4-5.4 + 0.3Do) \times Do &= &0.15\ Do^2
 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan momen akibat tekanan tanah aktif ditabelkan seperti pada Tabel 6.4.

Tabel 6. 4 Perhitungan Gaya dan Momen Aktif

no	Ea	Lengan (m)	Momen (T.m)
1	75.8	5+Do	378.88+75.8 Do
2	18.17	3.33+Do	60.50+18.17 Do
3	5.4Do	0.5Do	2.7Do ²
4	0.15Do ²	0.33Do	0.0495DO ³

$$\text{Tekanan aktif } \Sigma M_{\text{aktif}} = 439.38 + 93.97\ Do + 2.7do^2 + 0.0495do^3$$

Gaya - gaya yang terjadi pada tekanan tanah pasif

$$\begin{aligned}
 Ep\ 5 &= 0.5 \times 13.49 \times 10 &= &67.46 &T \\
 Ep\ 6 &= 28.05 \times Do &= &28.05 &T \\
 Ep\ 7 &= 0.5 \times (28.05-28.05 + 4.8Do) \times Do &= &2.4\ Do^2\ T
 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan momen akibat tekanan tanah aktif ditabelkan seperti pada Tabel 6.5.

Tabel 6. 5 Perhitungan Gaya dan Momen Pasif

no	Ep	Lengan (m)	Momen (T.m)
5	67.44	3.33+Do	224.58+67.44Do
6	28.07Do	0.5Do	14.035Do ²
7	14.035Do+2.4DO ²	0.33Do	4.63Do ² +0.792DO ³

$$\text{Tekanan pasif } \Sigma M_{\text{Pasif}} = 224.58 + 67.44Do + 18.67do^2 + 0.792do^3$$

$$\begin{aligned}
 \Sigma M_{total} &= \Sigma M_{aktif} - \Sigma M_{pasif} \\
 &= 439.38 + 93.97 Do + 2.7do^2 + 0.0495do^3 - \\
 &\quad 224.58 + 67.44Do + 18.67do^2 + 0.792do^3 \\
 &= 214.8 + 26.53do - 15.97do^2 - 0.743do^3
 \end{aligned}$$

Dalam kondisi seimbang $\Sigma M_{total} = \Sigma M_{aktif} - \Sigma M_{pasif} = 0$, maka;

$$214.8 + 26.53do - 15.97do^2 - 0.743do^3 = 0 \text{ atau}$$

$$-0.743do^3 - 15.97do^2 + 26.53do + 214.8 = 0$$

Dengan menggunakan cara trial and error, didapatkan nilai $do = 4.13$ m. Untuk keamanan nilai do dikalikan $SF = 1.2$. Sehingga $d = 1.2 \times 4.13 = 5$ m. Jadi panjang turap yang masuk kedalam tanah adalah 5 m, total panjang turap yang dibutuhkan adalah $20\text{ m} + 5\text{ m} = 25\text{ m}$.

Letak momen maksimum dapat diperoleh dengan mendiferensialkan persamaan momen total diatas terhadap x ,

$$-0.743do^3 - 15.97do^2 + 26.53do + 214.8 = 0$$

$$\frac{d\Sigma M_{total}}{dx} = 0, \text{ maka}$$

$$-2.23 x^2 - 31.94x + 26.53$$

Dengan menggunakan cara trial and error, didapatkan nilai $x = 0.787$ m.

Perencanaan tiang miring sebagai Anchor Pile

Langkah perhitungan tiang miring sama dengan turap tegak free standing. Konsep perhitungan adalah dengan adanya perletakan dititik angkur direncanakan dan menggunakan kesetimbangan momen di titik tersebut sehingga panjang kedalaman turap dapat lebih kecil. Didapat kan panjang kedalaman turap sepanjang 25 m. Gaya horizontal yang terjadi $F = 72,43\text{ t/m}$.

Anchor pile direncanakan untuk menahan sisa gaya horizontal yang diterima oleh turap. Perencanaan Anchor pile dihitung berdasarkan daya dukung tiang.

Direncanakan sudut kemiringan tiang (α) sebesar 10°

Diameter tiang (D) = 100cm

Jarak tiang (S) = 3 m

Perhitungan daya dukung tiang

$$QL = 40 \times N \times Ap + \left(\frac{As + Nav}{5} \right)$$

$$QR = QL / \cos \alpha$$

Tabel 6.5 perhitungan daya dukung tiang

dept (m)	nspt	AS(m2)	Nav	QL(t)	QR(t)
1.00	0	3.14	0	0	0
2.00	1	6.283185	0.333333	126.0826	150.26
4.00	1	12.56637	1.33	129.0064	153.75
6.00	1	18.84956	3	136.9734	163.24
8.00	1	25.13274	7.25	162.1062	193.20
10.00	1	31.41593	19.33	247.1177	294.51
12.00	23	37.69911	32.67	3136.591	3738.17
14.00	22	43.9823	43.33	3145.752	3749.09
16.00	50	50.26548	50.205	6787.901	8089.78
18.00	34	56.54867	56.11	4907.155	5848.32
20.00	40	62.83185	64.44	5836.325	6955.69
22.00	19	69.11504	79.39	3485.019	4153.42
24.00	50	75.39822	87.33	7600.091	9057.74
26.00	50	81.68141	87.33	7709.833	9188.53
28.00	50	87.96459	90.88	7882.03	9393.75

Gaya horizontal yang bekerja setiap 3 m.

$$F = 72,43 \text{ t/m} \times 3\text{m} = 217,293 \text{ T}.$$

Gaya resultan yang diperlukan untuk memenuhi gaya tersebut :

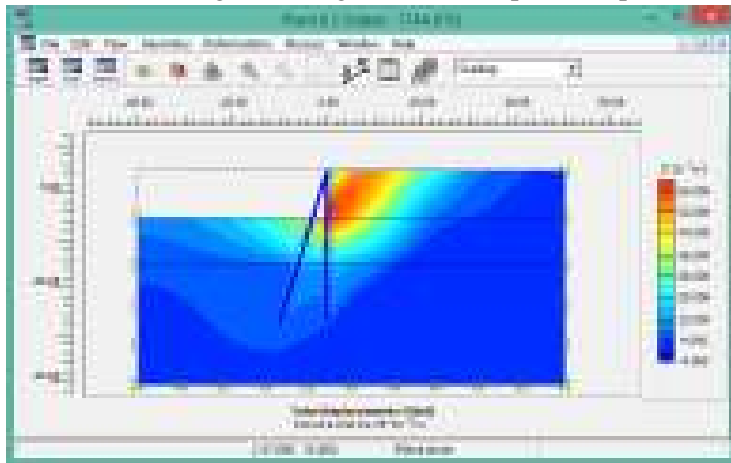
$$P = F/\cos(\alpha) = 217,293/\cos(10) = 258,97 \text{ T}$$

$$Sf \text{ rencana} = 3$$

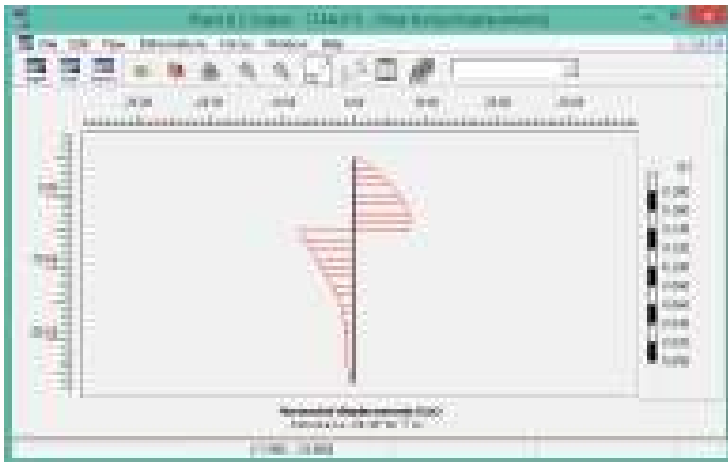
$$\begin{aligned} QR &= F \times Sf \\ &= 258,97 \text{ T} \times 3 \\ &= 776,91 \text{ T} \end{aligned}$$

Dari perhitungan daya dukung tiang dan kebutuhan gaya resultan, didapatkan QR sebesar 776.91 direncanakan tiang miring dengan sudut 10' hingga kedalaman 12 m dari permukaan tanah dengan gaya resultan $QR = 3738,17 \text{ T}$

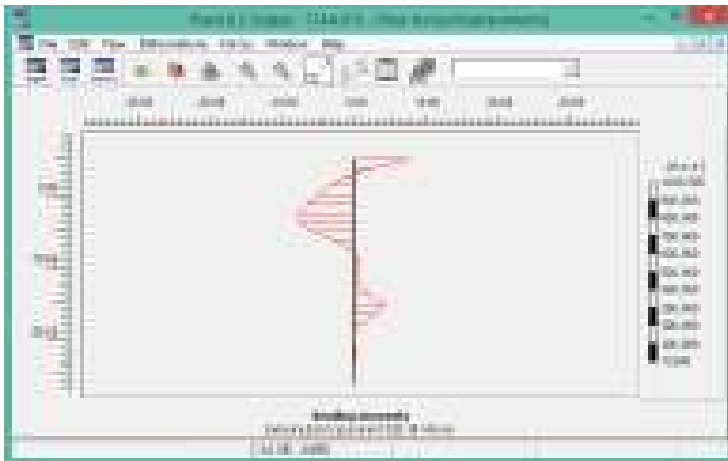
Setelah mendapatkan kedalaman panjang turap dilakukan analisis stabilitas turap menggunakan program bantu PLAXIS untuk mengetahui angka keamanan pada turap.



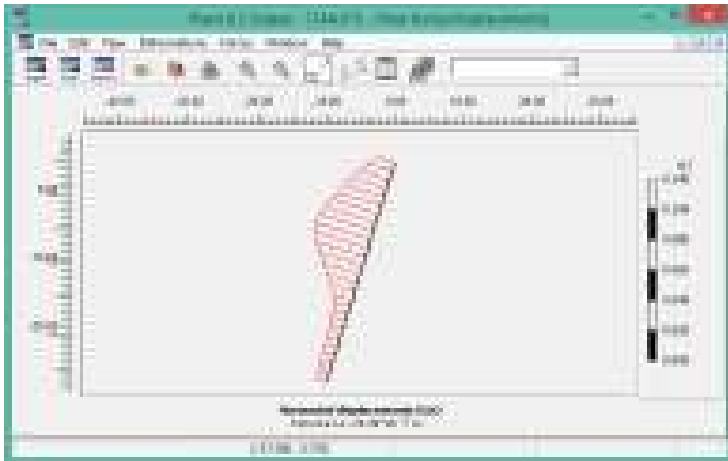
Gambar 6. 3 Total Displacement 6.15 cm



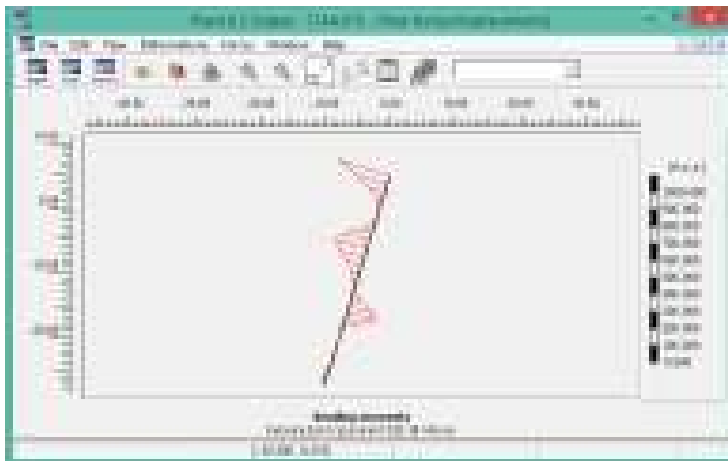
Gambar 6. 4 Total Displacement turap tegak 5,8 cm



Gambar 6. 5 Bending Moment turap tegak 320,18 Knm/m



Gambar 6. 6 Horizontal Displacement turap miring 3,8 cm



Gambar 6. 7 Bending Moment turap miring 320,18 Knm/m

Dari hasil analisis stabilitas menggunakan program bantu Plaxis maka didapatkan hasil sebagai berikut :

- Turap tegak

Panjang : 25 m

momen : 32,018 T.m

horizontal displacement : 5,8 cm

- Tiang Miring per 3m (10:1)

Panjang : 27 m

momen : 32,018 T.m

horizontal displacement : 3,8 cm

6.2 Perencanaan Shore Protection (Revetment)

Sesuai dengan desain kriteria, maka nilai-nilai parameter dalam perencanaan Shore Protection sebagai berikut :

- Elevasi muka air pasang (HWL) : +1.515m
- Berat jenis armour (γ_r)(batu alam) : 2.50 T
- Sudut kemiringan : 1:2
- Koefisien stabilitas (K_d) : 2 (lengan)
- Koefisien lapis (K_Δ) : 1.15
- Tinggi gelombang signifikan : 1.4 m
- Porositas : 37 %

Berat Pelindung:

$$W = \frac{\gamma_r H^3}{K_D (S_r - 1)^3 \cot \theta} = \frac{2.5 \times 1.4^3}{2 \times (2.5 - 1)^3 \times 2} = 1.14 T$$

Lebar Puncak Pemecah Gelombang :

$$B = n' \cdot K_\Delta \left(\frac{W}{\gamma_r} \right)^{\frac{1}{3}} = 3 \times 1.15 \times \left(\frac{1.14}{2.5} \right)^{1/3} = 2.66 m$$

Dimensi Batu :

$$D = \left(\frac{W}{\gamma_r} \right)^{\frac{1}{3}} = \left(\frac{1.14}{2.5} \right)^{\frac{1}{3}} = 0.8 m$$

Tebal Lapis Lindung :

$$t = n \cdot K_{\Delta} \left(\frac{W}{\gamma_r} \right)^{\frac{1}{3}} = 2 \times 1.15 \times \left(\frac{1.14}{2.5} \right)^{\frac{1}{3}} = 1.8 \text{ m}$$

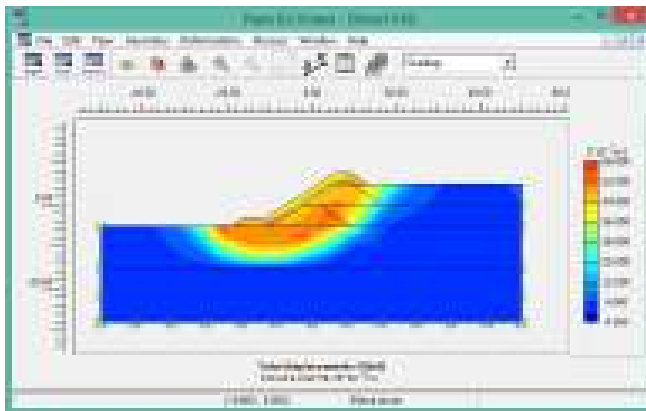
Jumlah Batu Lapis Pelindung :

$$N = A \cdot n \cdot K_{\Delta} \cdot \left(1 - \frac{P}{100} \right) \left(\frac{\gamma_r}{W} \right)^{\frac{2}{3}}$$

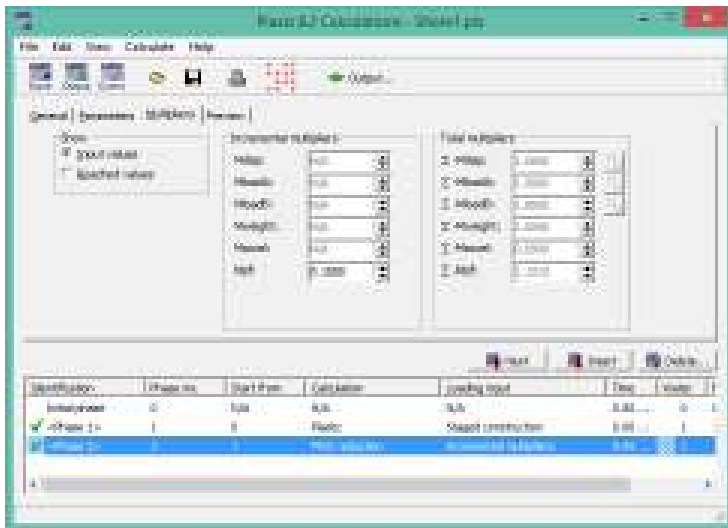
$$= 10 \times 2 \times 1.15 \left(1 - \frac{37}{100} \right) \times \left(\frac{1.14}{2.5} \right)^{\frac{2}{3}} = 24 \text{ butir}$$

Setelah mendapatkan dimensi batu dan tebal lapisan batu, selanjutnya analisis stabilitas talud batu (Shore Protection) menggunakan program bantu Plaxis dengan variasi kemiringan (slope) (V:H) 1:1,5, 1:2, 1:3.

- **Kemiringan 1:1,5**

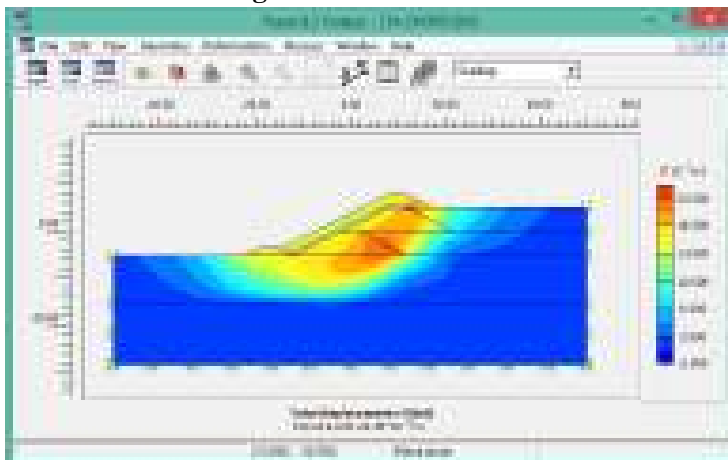


Gambar 6. 8 Total Displacement Slope 1:1,5



Gambar 6. 9 Safety Factor Slope 1:1,5

- **Kemiringan 1:2**

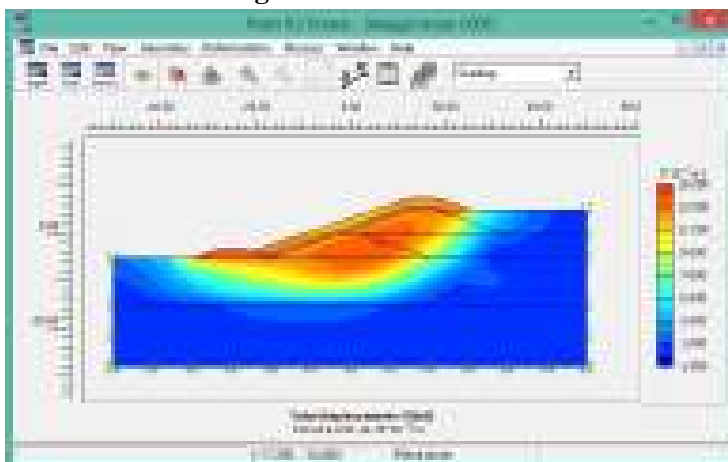


Gambar 6. 10 Total Displacement Slope 1:2

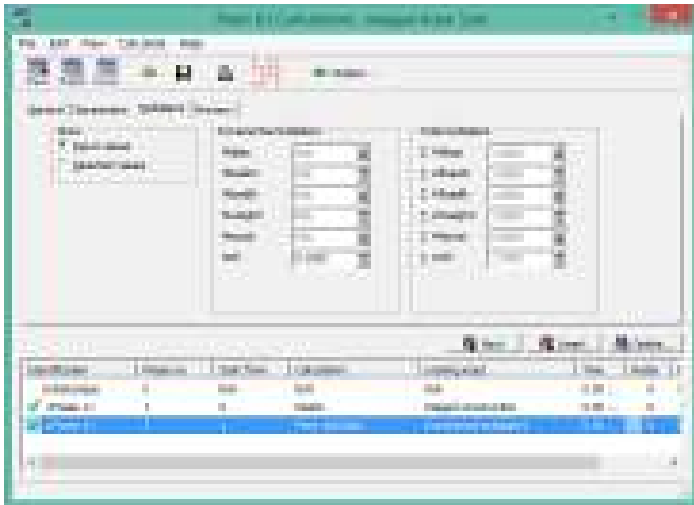


Gambar 6. 11 Safety Factor Slope 1:2

- **Kemiringan 1:3**



Gambar 6. 12 Total Displacement Slope 1:3



Gambar 6. 13 Safety Factor Slope 1:3

Dari hasil analisis stabilitas Shore Protection menggunakan program bantu plaxis didapatkan variasi angka kemandan (Sf) yang ditunjukkan pada Tabel 6.7 sebagai berikut:

Tabel 6. 6 Hasil analisis stabilitas

Kemiringan (V:H)	Safety Factor (SF)
1:1,5	1,12
1:2	1,31
1:3	1,79

Berdasarkan tabel diatas dapat disimpulkan bahwa kemiringan talud yang landai hasil angka keamanan yang didapat semakin tinggi.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB VII

METODE PELAKSANAAN

Dalam tugas akhir ini direncanakan metode pelaksanaan pada pekerjaan reklamasi dan shore protection dari hasil perencanaan bab sebelumnya.

7.1 Scope of work

Lingkup pekerjaan yang terdapat pada perencanaan ini dapat dilihat pada Tabel 7.1. Pada perencanaan ini diasumsikan pekerjaan investigasi tanah dan survey batimetri – topografi telah dilaksanakan.

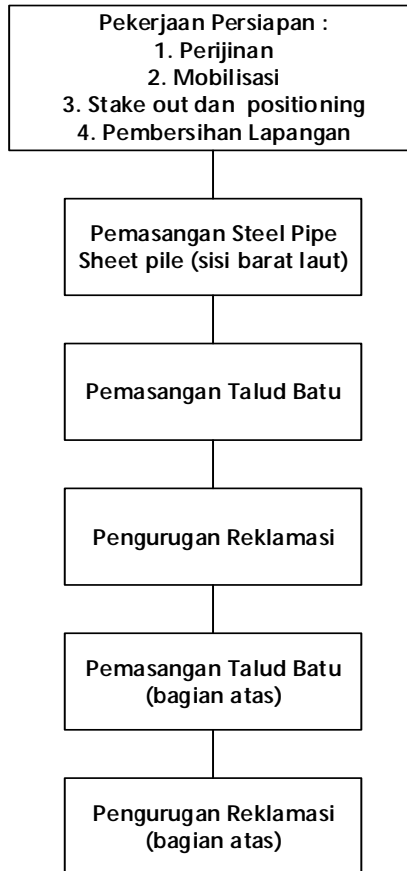
Tabel 7. 1 Lingkup Pekerjaan

No	Lingkup Pekerjaan
1	Pekerjaan Pemancangan Steel pipe Sheet pile
2	Pekerjaan Pemasangan Talud Batu (Shore Protection)
3	Pekerjaan Pengurugan Reklamasi

Lingkup pekerjaan di atas akan digunakan sebagai acuan untuk membuat metode pelaksanaan di lapangan. Setelah itu dibuat Work breakdown sturucture untuk menentukan volume setiap Item pekerjaan sehingga dapat dihitung Rencana Anggaran Biaya (RAB).

7.2 Metode Pelaksanaan

Diagram Metode pelaksanaan akan ditunjukan pada Gambar 7.1. urutan pelaksanaan akan dibuat dalam gambar metode pelaksanaan.



Gambar 7. 1 Diagram alir metode pelaksanaan

1. Pekerjaan Persiapan

Pekerjaan persiapan adalah pekerjaan awal yang penting dalam suatu proyek. Pekerjaan persiapan memengaruhi aktivitas-aktivitas dalam proyek, sehingga pekerjaan persiapan perlu dilakukan dengan baik agar material dan aktivitas lainnya tidak terganggu.

Pekerjaan persiapan meliputi :

a. Perijinan

Perijinan merupakan salah satu hal penting yang perlu diperhatikan, karena akan berdampak besar pada proyek terutama durasi, setiap pekerjaan memerlukan ijin agar dapat dilakuka. Contoh perijinan adalah lokasi dan akses keluar masuk.

b. Mobilisasi Peralatan dan Material

Pekerjaan mobilisasi peralatan dan material harus dilakukan seefektif mungkin agar pekerjaan tidak terlambat.

c. Stake out dan Positioning

Rambu – rambu yang dipasang berfungsi sebagai pemberi tanda informasi, peringatan, dan bahaya. Patok (Stake) merupakan tanda batas area yang akan direklamasi, dapat berupa tiang kayu yang ditancapkan atau bola yang diikatkan pada beton dan ditenggelamkan.

d. Pembersihan Lapangan

Pekerjaan pembersihan lapangan (Land Clearing) dilakukan sesuai dengan areal yang telah direncanakan. Lokasi harus dibersihkan dari bahan-bahan organik dan anorganik seperti sampah, kayu, dan logam.

2. Pemancangan Steel Pipe Sheet Pile

Pemancangan Steel pipe Sheet Pile dilakukan pada timbunan sisi barat laut. Steel pipe Sheet pile yang dipancang sesuai dengan kedalaman rencana pada tanah dasar. Pemancangan terdiri dari 2 jenis, yaitu Steel pipe Sheet pile tegak dan tiang miring.

3. Pemasangan Tanggul

Tanggul menggunakan sandbag berupa karung PVC dengan kapasitas 50kg yang diisi pasir dan ditumpuk setinggi 5m dengan kemiringan 1:1,5 – 1:2. Pemasangan

Sandbag dilakukan pada tepi area reklamasi sisi barat daya. Pemasangan tanggul akan dibagi menjadi 2 tahap.

4. Pengurugan Reklamasi

Pengurugan dilakukan menggunakan material yang dituangkan langsung ke tanah dasar. Pengurugan dilakukan tanpa pemadatan hingga setinggi elevasi muka air laut. Pekerjaan pengurugan dilakukan menjadi 2 tahap

Air yang berada dalam zona reklamasi akan mengalir ke laut melewati tanggul. Air akan membawa butiran – butiran halus dari material timbunan. Air yang keruh tersebut akan memiliki waktu untuk mengendapkan material yang terbawa tersebut.

Pengurugan berikutnya dilakukan setelah tanggul bagian atas terpasang hingga elevasi design timbunan (Hr).

5. Pemasangan Geotextile

Geotextile sebagai lapisan pemisah (separator) agar material timbunan tidak keluar. Lembaran geotextile digelar mulai dari ujung di bawah posisi yang akan dipasang berm. Selanjutnya geotextile ditarik ke atas melewati lereng tanggul hingga ke tepi timbunan lalu dilipat ke dalam material secondary layer.

6. Pemasangan Berm

Setelah geotextile digelar, berm berupa batuan besar diletakan di atas lapisan geomembran membentuk trapesium. Berm dipasang setebal ± 50 cm.

7. Pemasangan Secondary Layer

Secondary Layer dipasang di atas lereng tanggul hingga ke tepi timbunan setebal ± 30 cm. Secondary layer menggunakan batuan yang berukuran kecil hingga sedang.

8. Pemasangan Primary Layer

Di atas secondary layer dipasang primary layer dengan tebal ± 50 cm. Primary layer menggunakan

batuan besar yang sudah direncanakan pada bab sebelumnya.

Gambar metode pelaksanaan pekerjaan dapat dilihat pada
Lampiran

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB VIII

RENCANA ANGGARAN BIAYA

Rencana Anggaran Biaya (RAB) merupakan perkiraan biaya yang diperlukan dalam suatu pekerjaan. Dalam menentukan RAB diperlukan perhitungan volume pekerjaan dan analisis harga satuan. Perhitungan volume mengacu pada gambar teknis yang telah direncanakan.

8.1 Work Breakdown Structure (WBS) dan Perhitungan Volume Pekerjaan

WBS pekerjaan dalam studi akhir ini ditunjukkan pada Tabel 8.1

Tabel 8. 1 Work Breakdown Structure

No	Uraian Pekerjaan
1	Pekerjaan Persiapan
	1.1 Perijinan
	1.2 Mobilisasi peralatan dan Material
	1.3 Fasilitas Sementara
	1.4 Stake Out dan Positioning
	1.5 Pekerjaan Pembersihan Lapangan Ringan
2	Pemancangan Sheet Pile
3	Pemasangan Tanggul
4	Pekerjaan Pengurugan Reklamasi
	4.1 Pengurugan
	4.2 Pemadatan
5	Pekerjaan Perkuatan Lereng
	5.1 Pemasangan Geotextile
	5.2 Pemasangan Berm
	5.3 Pemasangan Secondary Layer
	5.4 Pemasangan Primary Layer

Dari WBS di atas dihitung volume setiap item pekerjaan. Perhitungan volume pekerjaan mengikuti gambar perencanaan yang dapat dihitung secara manual maupun menggunakan alat

bantu software. Berikut adalah contoh perhitungan volume pekerjaan.

Pekerjaan Pengurugan dan pemadatan Reklamasi

ELV.Seabed	Htimbunan (m)	Volume (m3)
0	5	21512.029
1	6	25814.4348
2	7	30116.8406
3	8	34419.2464
4	9	38721.6522
5	10	43024.058
Jumlah		193608.261

Setiap pekerjaan dihitung volumenya sesuai dengan satuan pekerjaan. Rekapitulasi volume dapat dilihat pada Lampiran.

8.2 Analisis Harga Satuan Pekerjaan

Analisis harga satuan pekerjaan merupakan tahap perhitungan harga satuan pekerjaan berdasar pada analisis harga satuan pekerjaan (AHSP) Bidang Pekerjaan umum. Dalam tugas akhir ini digunakan AHSP tahun 2012. Berikut contoh perhitungan harga satuan pekerjaan menggunakan AHSP

Pekerjaan pengurugan timbunan menggunakan buldozer (m3)

Upah Operator (Rp) = 106.800

Upah Mekanik (Rp) = 95.900

Sewa Buldozer (Rp) = 545.000

Harga Pasir Urug (Rp) = 156.600

Perhitungan harga satuan pekerjaan pengurangan timbunan ditunjukkan pada Tabel 8.2.

Tabel 8. 2 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Pengurangan Timbunan Menggunakan Buldozer

no	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga satuan (Rp)	Jumlah Harga
A	Tenaga				
	operator	OJ	1	106800	106800
	mekanik	OJ	0.5	95900	47950
	Jumlah				154750
B	peralatan				
	Sewa Buldozer	jam	2	545000	1090000
	Jumlah				1090000
C	Total harga pekerjaan biaya produksi per m ³				1244750
D	Overhead & Profit (15%C)				186712.5
E	jumlah C+D				1431462.5

Pekerjaan pemadatan Vibro Roller (m³)

Upah Operator (Rp) = 106.800

Upah Mekanik (Rp) = 95.900

Sewa VibroRoller (Rp) = 366.000

Perhitungan harga satuan pekerjaan pemadatan ditunjukkan pada Tabel 8.3.

Tabel 8. 3 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Pemadatan Menggunakan Vibro Roller

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga satuan (Rp)	Jumlah Harga
A	Tenaga				
1	operator	OJ	1	106800	106800
2	mekanik	OJ	0.5	95900	47950
	Jumlah				154750
B	peralatan				
1	Sewa VibroRoller	jam	3	366000	1098000
	Jumlah				1098000
C	Total harga pekerjaan				1252750
	biaya produksi per m3				
D	Overhead & Profit (15% C)				187912.5
E	jumlah C+D				1440662.5

Setiap item pekerjaan di analisa harga satuan pekerjaannya (AHSP). Rekapitulasi analisa harga satuan pekerjaan lainnya dapat dilihat pada lampiran.

8.3 Rencana Anggaran Biaya

Rencana Anggaran Biaya (RAB) didapatkan dengan menjumlahkan biaya setiap item pekerjaan. Biaya item pekerjaan dihitung dengan mengalikan volume pekerjaan dan harga satuan pekerjaannya. Berikut adalah contoh perhitungan biaya item pekerjaan.

Pekerjaan pengurugan timbunan

Volume Pekerjaan (elv. -5) = 21512.029 m³

Harga Pekerjaan = Rp1,431,462.50

Biaya Item Pekerjaan = 21512.029 m³ x Rp1,431,462.50

$$= \text{Rp. } 30,793,662,812.41$$

Untuk perhitungan biaya pengurugan disetiap elv.

Seabed ditunjukkan dalam Tabel 8.4

Tabel 8. 4 Total biaya pekerjaan penimbunan

ELV.Seabed	Htimbunan (m)	Volume (m3)	Biaya
0	5	21512.029	Rp. 30,793,662,812.41
1	6	25814.4348	Rp. 36,952,395,374.90
2	7	30116.8406	Rp. 43,111,127,937.38
3	8	34419.2464	Rp. 49,269,860,499.86
4	9	38721.6522	Rp. 55,428,593,062.34
5	10	43024.058	Rp. 61,587,325,624.83
Jumlah		193608.261	Rp. 277,142,965,311.71

Pekerjaan Pemadatan timbunan

Volume Pekerjaan (Elv. -5) = 21512.029 m³

Harga Pekerjaan = Rp1,440,662.50

Biaya item pekerjaan = 21512.029 m³ x Rp1,440,662.50
= Rp. 30,793,662,812.4

Untuk biaya pemadatan disetiap elv. Seabed ditunjukkan dalam Tabel 8.5

Tabel 8. 5 Total biaya pekerjaan pemadatan

ELV.Seabed	Htimbunan (m)	Volume (m3)	Biaya
0	5	21512.029	Rp. 30,793,662,812.41
1	6	25814.4348	Rp. 37,189,888,175.06
2	7	30116.8406	Rp. 43,388,202,870.90
3	8	34419.2464	Rp. 49,586,517,566.74
4	9	38721.6522	Rp. 55,784,832,262.58
5	10	43024.058	Rp. 61,983,146,958.43
Jumlah		193608.261	Rp. 278,726,250,646.11

Pekerjaan Pemancangan Steel Pipe Sheet Pile

Volume Pekerjaan = 1050 m

Harga Pekerjaan = Rp2,515,930.90 (per m')

Biaya item pekerjaan = 1050 m x Rp2,515,930.90

$$= \text{Rp}2,641,727,445.00$$

Biaya item pekerjaan lainnya dihitung dengan cara yang sama seperti di atas. Tabel hasil perhitungan biaya item pekerjaan dapat dilihat pada lampiran.

BAB IX

KESIMPULAN

9.1 Kesimpulan

Dari hasil analisis di dalam tugas akhir ini, didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Tinggi timbunan pelaksanaan (HR) untuk setiap seabed dari elevasi 0 mlws s/d -5 mlws masing-masing didapatkan : 5,129m, 6,157m, 7,182m, 8,209m, 9,233m, dan 10,257m.
2. Perencanaan struktur penahan tanah menggunakan Steel pipe sheet pile berdiameter 90cm untuk tiang tegak, 100 cm untuk tiang miring (Batter Pile). Adapun Perencanaan Shore protection dengan kemiringan talud 1:3 dengan angka keamanan (Sf) 1,79 dengan total biaya pekerjaan design perencanaan struktur perkuatan (spsp+shore protection) sebesar Rp. 604,413,957,456.68
3. Dalam tahap metode pelaksanaan dibagi menjadi beberapa lingkup pekerjaan,yaitu :
 - a) Pemancangan Steel Pipe Sheet Pile (SPSP),
 - b) Pekerjaan Pemasangan talud batu (Shore Protection),
 - c) Pengurugan tanah reklamasi. Adapun alur pekerjaan yang dilakukan adalah :
 - 1) Pekerjaan Persiapan,
 - 2) Pemancangan SPSP,
 - 3) Pemasangan Talud dimulai dari elv seabed -5 s/d 0 mlws (untuk ketinggian talud batu yang dipasang menyesuaikan dengan kedalaman elv Seabed masing-masing sampai sejajar dengan elv Final Design +5 mlws),
 - 4) Pengurugan tanah reklamasi sampai sesuai dengan ketinggian talud yang di pasang,

- 5) Pemasangan talud selanjutnya yang dimulai dari elv 0 s/d +5 (Final Design),
- 6) Pengurugan tanah reklamasi selanjutnya sampai elevasi sesuai dengan Final Design beriringan dengan pemancangan Batter Pile dan pengecoran Capping Beam.

DAFTAR PUSTAKA

Das,Braja M, 2011. Pricples of Foundation Engineerin. 7th Edition, Global engineering, USA.

Hardiyatmo, Christady Hary. 2008 TEKNIK PONDASI 2. PT.Gramedia Pustaka Utama

Hardiyatmo, Christady Hary. 1994 MEKANIKA TANAH 2. Gajah Mada University Press

Joseph E.Bowles, P.E., S.E, 1997, “ FOUNDATION ANALYSIS *AND DESIGN* “. The McGraw-Hill Companies, Inc.

Triatmodjo, Bambang. 1999. Perencanaan Bangunan Pengaman Pantai. Yogyakarta : Beta Offset.

US. Army Corp, 1984 “ SHORE PROTECTION MANUAL (*SPM*)”. Dept. Of Army Waterways Experiment Station, Corps Engineers, Vicksburg, Mississippi.

Wahyudi, Herman. 1998. TEKNIK REKLAMASI . Jurusan Teknik Sipil FTSLK-ITS Surabaya

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN 1

GAMBAR PERENCANAAN

DAFTAR ISI

Gambar 1 Master Plan PLTU unit 9 dan 10

Gambar 2 General Layout Design + Bathimetri

Gambar 3 Design layout Struktur perkuatan + Shore Protection

Gambar 4 Potongan Memanjang I – I

Gambar 5 Potongan Memanjang II – II

Gambar 6 Potongan Memanjang III – III

Gambar 7 Potongan Memanjang IV – IV

Gambar 8 Potongan Memanjang V – V

Gambar 9 Potongan Memanjang VI – VI

Gambar 10 Potongan Melintang A – A

Gambar 11 Potongan Melintang B - B

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN 2

METODE PELAKSANAAN

DAFTAR ISI

Gambar 1 Pemancangan SPSP

Gambar 2 Pemasangan Sandbag

Gambar 3 Pengurugan Tanah Reklamasi POT. A-A

Gambar 4 Pengurugan Tanah Reklamasi POT B-B

Gambar 5 Pemasangan Sandbag Atas

Gambar 6 Pengurugan Tanah Reklamasi Atas POT. B-B

Gambar 7 Pengurugan Tanah Reklamasi Atas POT. A-A

Gambar 8 Pemancangan Batter Pile

Gambar 9 Pemasangan Geotextile

Gambar 10 Penimbunan Toe Berm

Gambar 11 Penimbunan Secondary layer

Gambar 12 Penimbunan Primary layer

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN 3

RENCANA ANGGARAN BIAYA

DAFTAR ISI

Tabel 1 Rekapitulasi Biaya Pekerjaan

Tabel 2 Analisis Harga Satuan Pekerjaan Fasilitas Sementara

Tabel 3 Analisis Harga Satuan Pekerjaan Stake Out dan Positioning

Tabel 4 Analisis Harga Satuan Pekerjaan Mobilisasi Peralatan

Tabel 5 Analisis Harga Satuan Pekerjaan Pembersihan Lapangan

Tabel 6 Analisis Harga Satuan Pekerjaan Steel Pipe Sheet Pile

Tabel 7 Analisis Harga Satuan Pekerjaan Pemasangan Tanggul

Tabel 8 Analisis Harga Satuan Pekerjaan Pengurugan Reklamasi Dengan Buldozer

Tabel 9 Analisis Harga Satuan Pekerjaan Pemadatan Timbunan

Tabel 10 Analisis Harga Satuan Pekerjaan Pemasangan Berm dan Primary Layer

Tabel 11 Analisis Harga Satuan Pekerjaan Pemasangan Secondary layer

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN 4

UMUM

DAFTAR ISI

Gambar 1 Geological Cross Investigation.

Gambar 2 Data Tanah Hasil BoreLog.

Gambar 3 Spesifikasi Tiang Summitomo Metal.

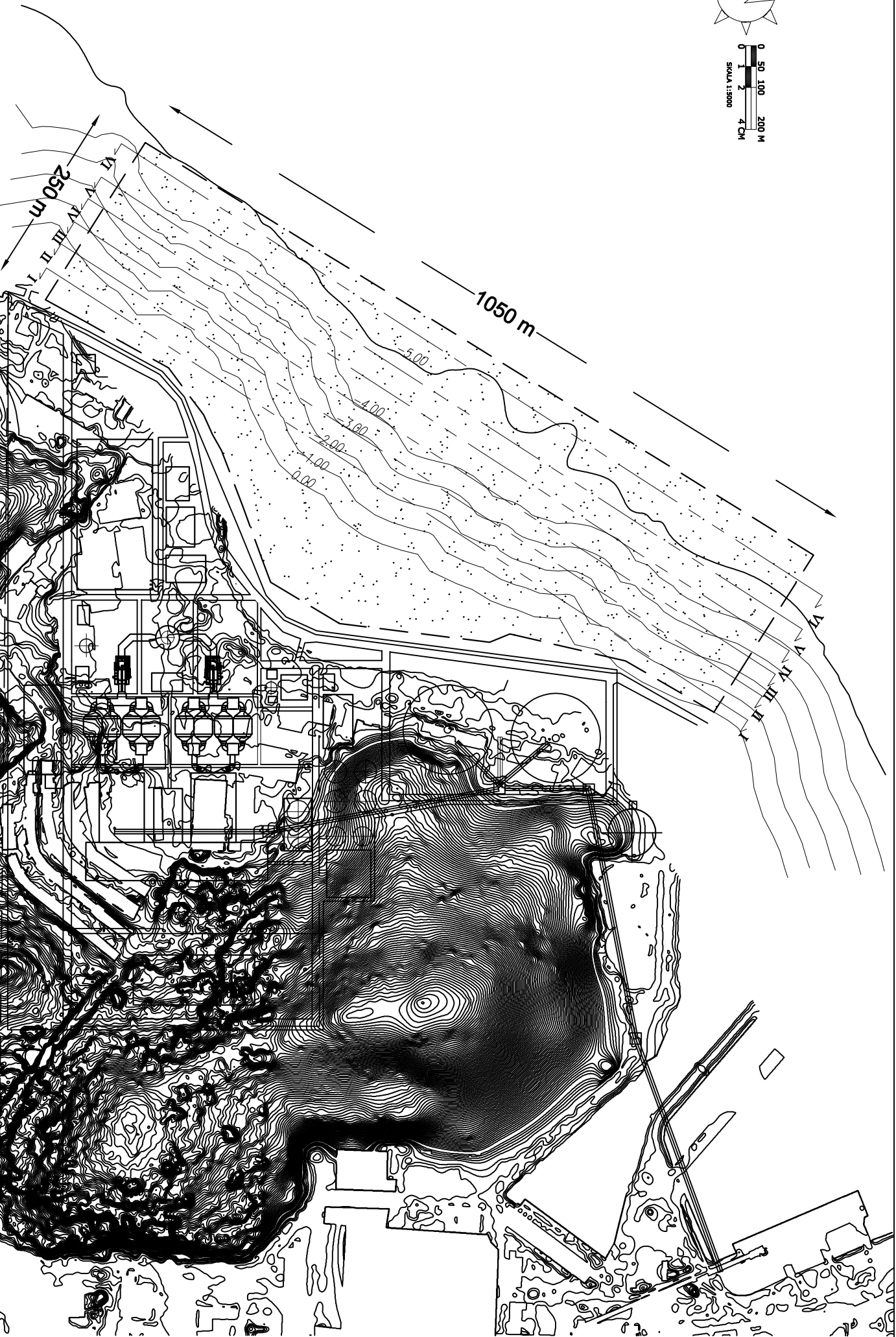
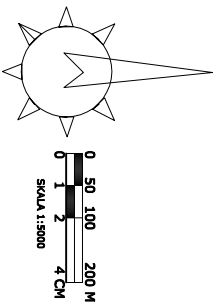
“Halaman ini sengaja dikosongkan”


BIODATA PENULIS

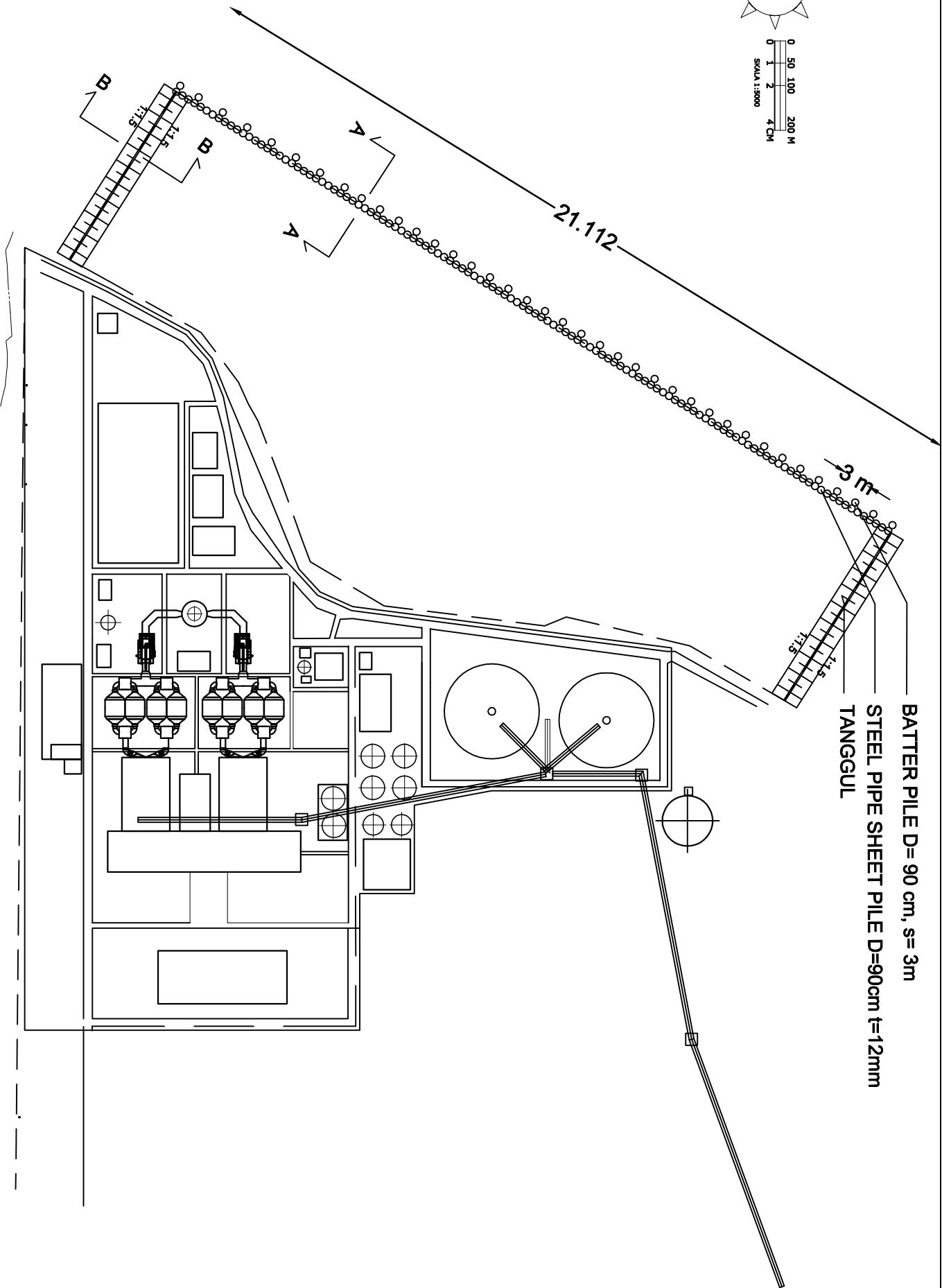
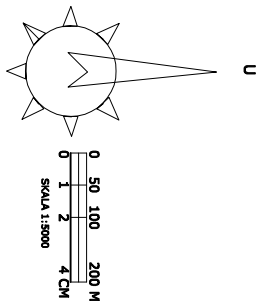



Penulis memiliki nama Muhammad Rizky Saputra, dilahirkan di Jakarta pada 28 Februari 1995, merupakan anak keempat dari empat bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SD Al-Azhar Asy-Syarif Jakarta Selatan, SMP Madrasah Tsanawiyah Negeri 3 Jakarta Selatan, SMA Negeri 74 Jakarta Selatan (Kelas X) kemudian di SMA Negeri 82 Jakarta Selatan . Setelah lulus dari SMA Negeri 82 Jakarta Selatan tahun 2013, Penulis mengikuti ujian masuk Diploma ITS dan diterima di jurusan

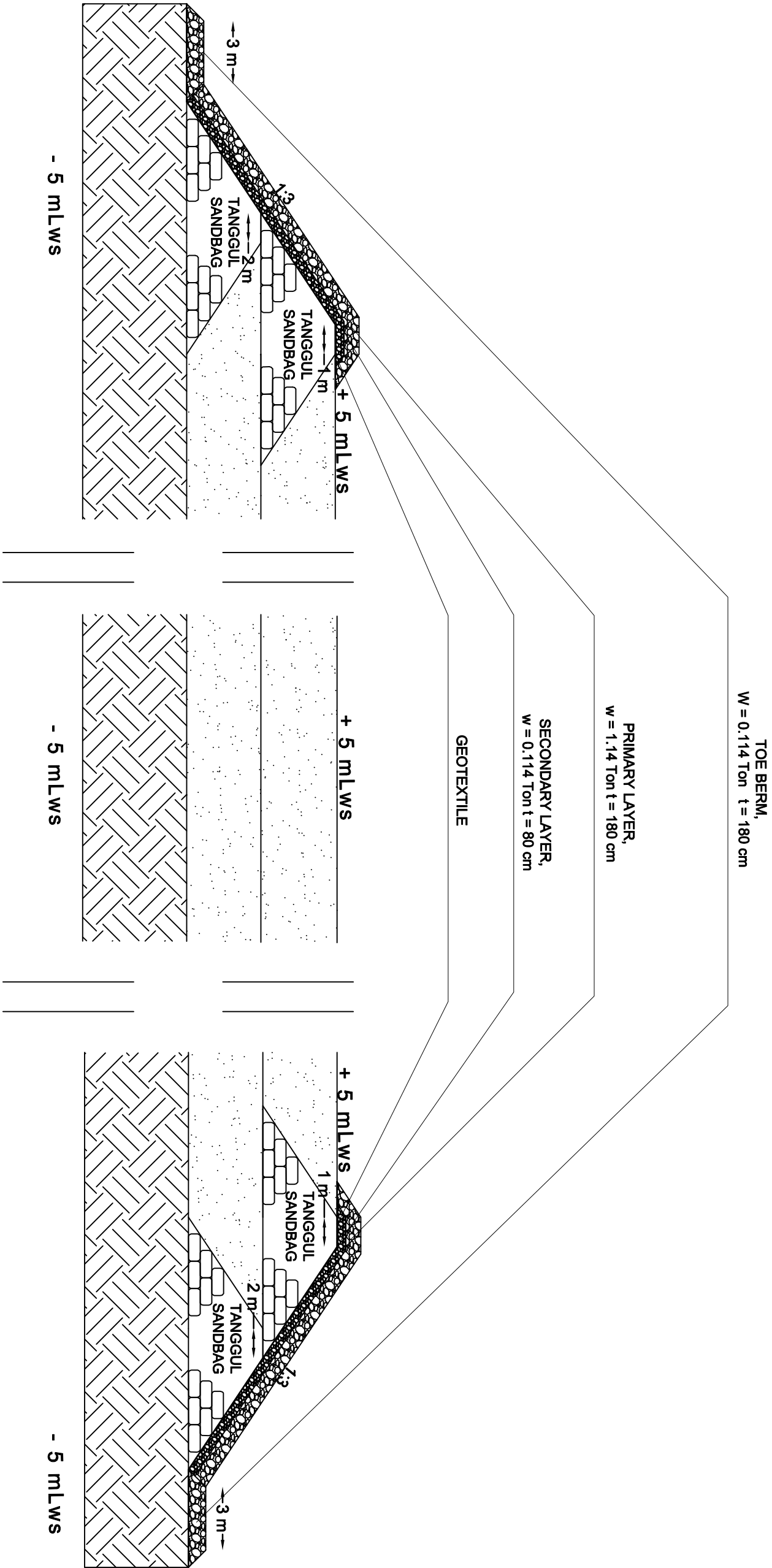
Teknik Sipil program Diploma III pada tahun 2013. Setelah menempuh pendidikan diploma selama 3 tahun, penulis melanjutkan pendidikan ke jenjang S-1 Lintas Jalur Teknik Sipil ITS dan terdaftar dengan NRP 03111645000016. Apabila ingin berkorespondensi dengan penulis, dapat berkomunikasi via email : srizky28@gmail.com



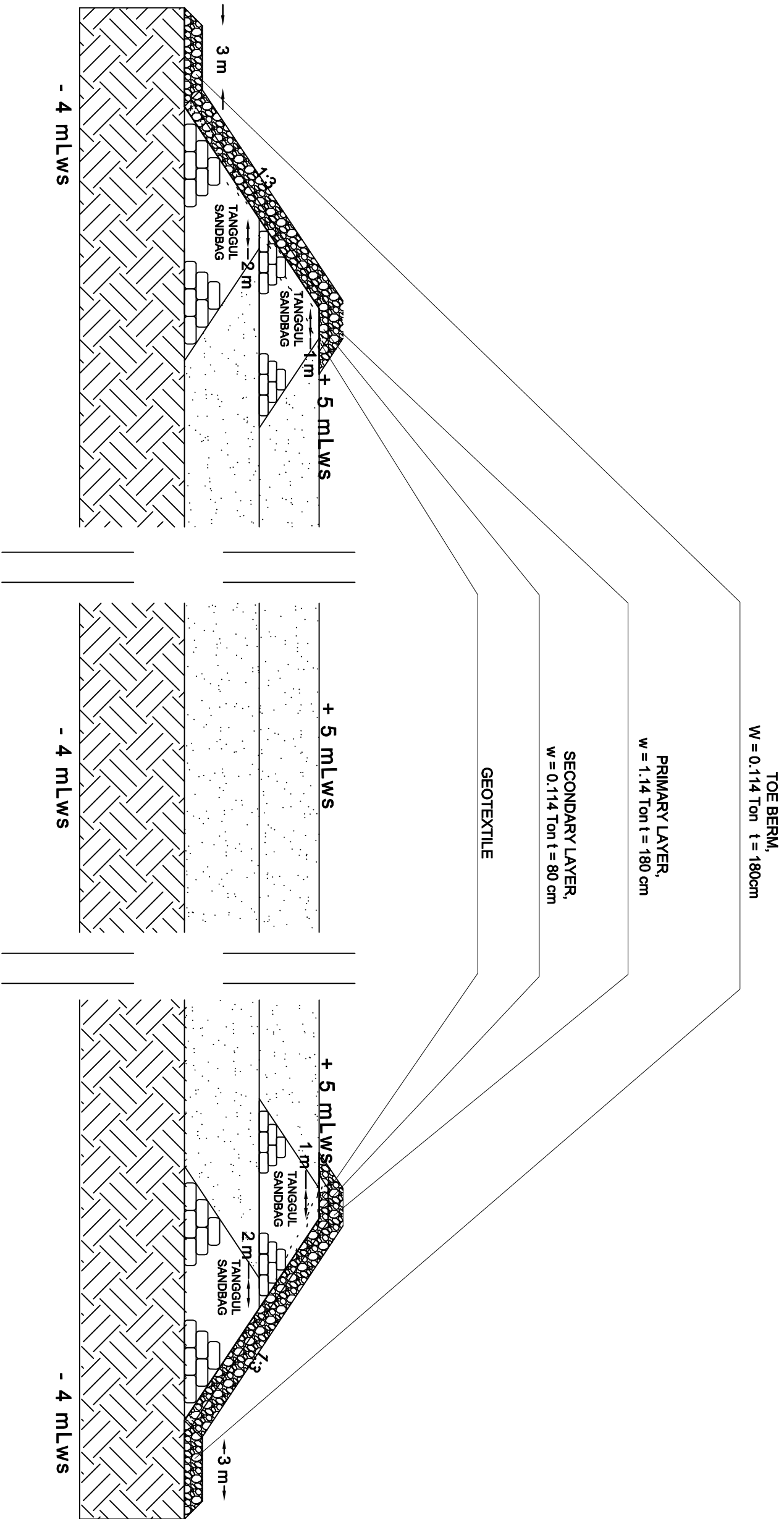
 <p>INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN, DAN KEBUMIHAN DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL</p>	JUDUL TUGAS	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	PROYEK	KETERANGAN	NO.GBR	JML.GE
	TUGAS AKHIR	PROF. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI,DEA NIP.19550329198003102 MUSTAFAIN ARIF- ST. MT NIP.197003272005011001	Muhammad Rizky Saputra NRP. 0311645000016	PEMBANGUNAN PLTU UNIT 9 DAN 10 PT.JINDONESIA POWER	GENERAL DESIGN LAYOUT + BATHMETRI	2	



 <p>INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN, DAN KEBUMIHAN DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL</p>	JUDUL TUGAS	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	PROYEK	KETERANGAN	NO.GBR	JML.GE
	TUGAS AKHIR	PROF. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDJ.DEA NIP.19550329198003102 MUSTAFA ARIF. ST. MT NIP.197003272005011001	Muhammad Rizky Saputra NRP. 03111645000016	PEMBANGUNAN PLTU UNIT 9 DAN 10 PT.INDONESIA POWER	DESIGN LAYOUT STRUKTUR PENAHAN TANAH + SHORE PROTECTION	3	

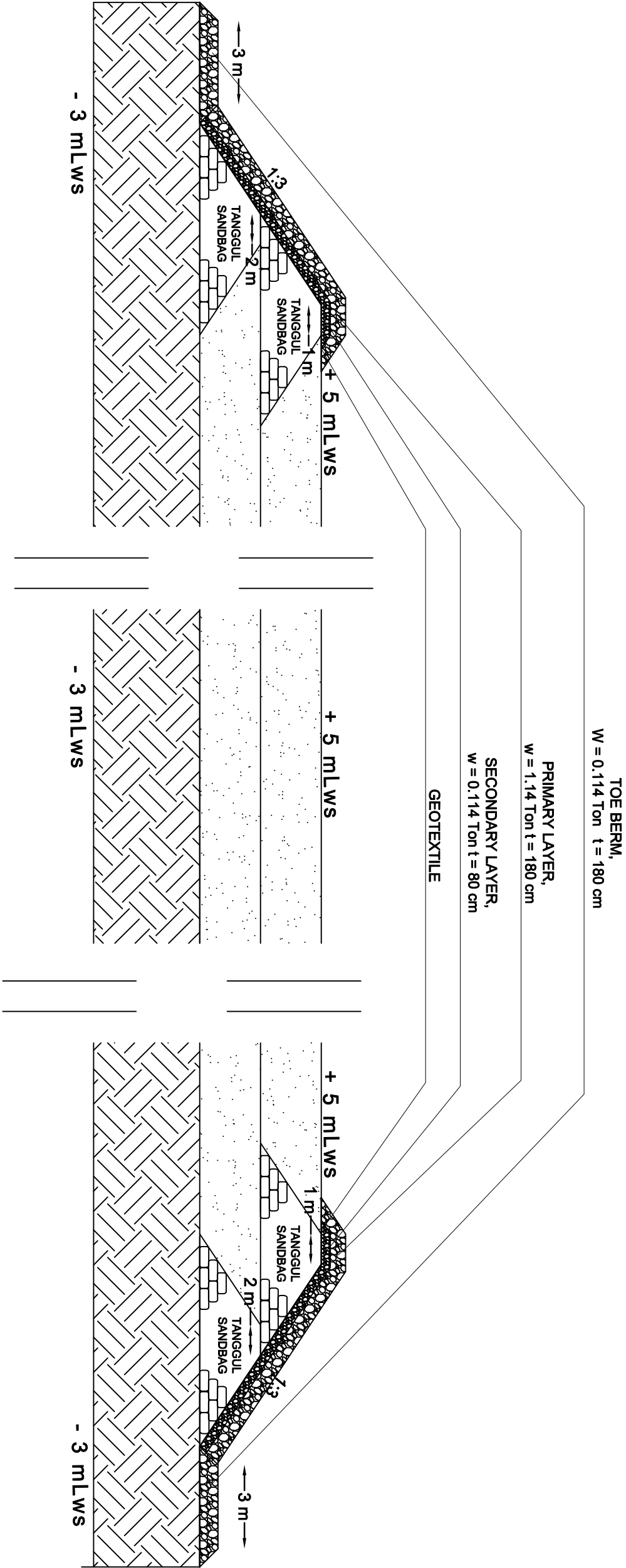


<div></div> <div>INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN, DAN KEBUMIHAN DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL</div>	JUDUL TUGAS	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	PROYEK	KETERANGAN	NO.GBR	JML.GBR
	TUGAS AKHIR	PROF. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI,DEA NIP 19550329198003102 MUSTA'IN ARIF. ST. MT NIP 197003272005011001	Muhammad Rizky Saputra NRP. 03111645000016	PEMBANGUNAN PLTU UNIT 9 DAN 10 PT.INDONESIA POWER	POTONGAN MEMANJANG VI - VI SKALA 1:1000	9	

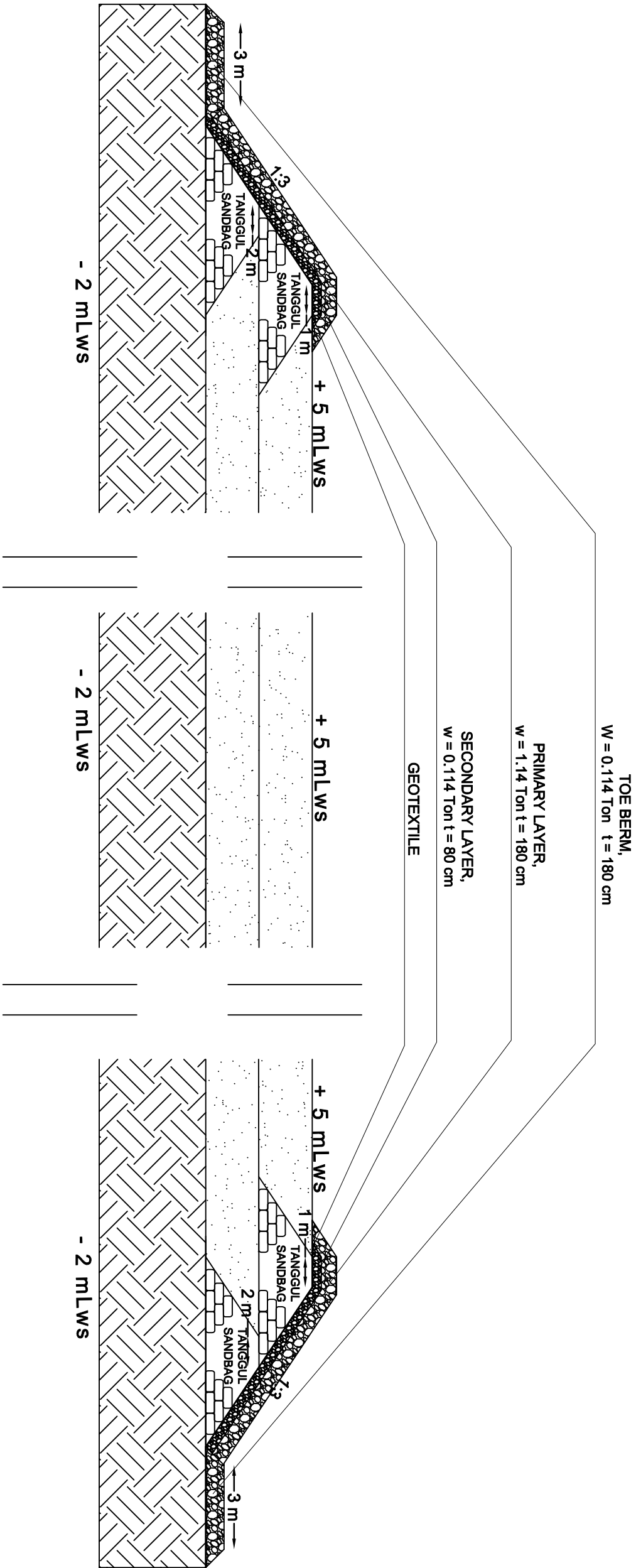


1050 m

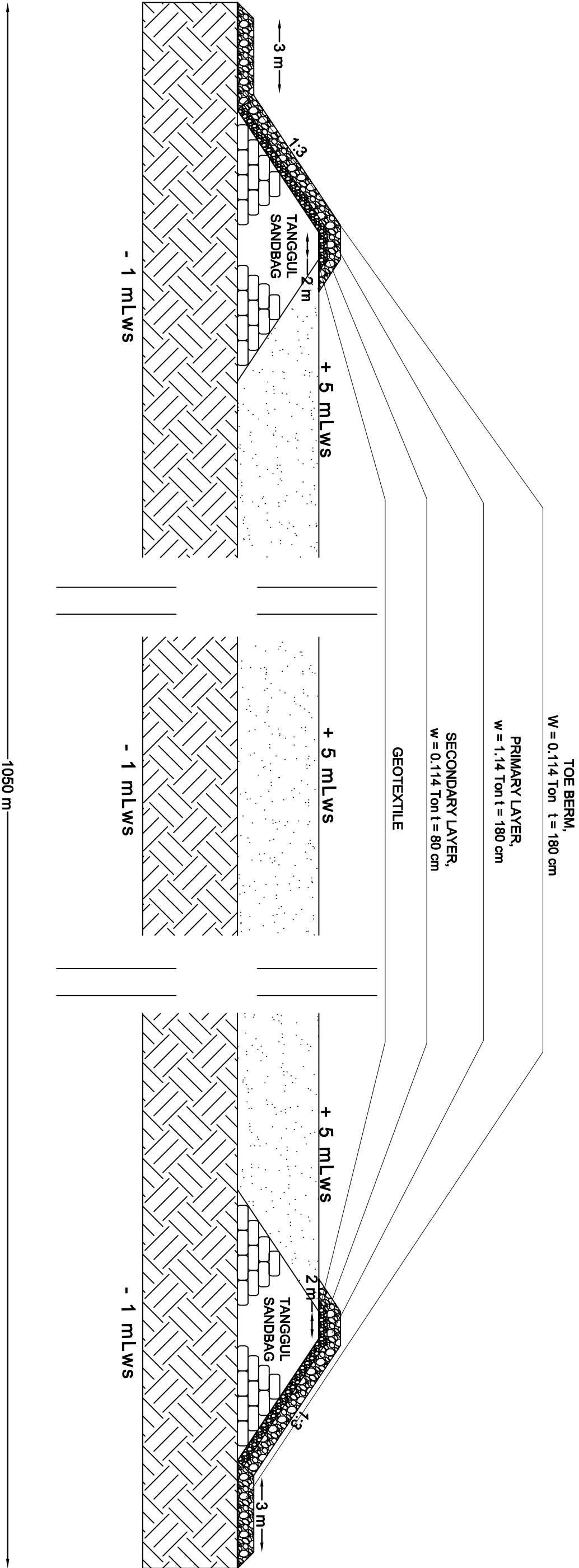
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN, DAN KEBUMIHAN DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL	JUDUL TUGAS	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	PROYEK	KETERANGAN	NO.GBR	JML.GBR
	TUGAS AKHIR	PROF. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI,DEA NIP 19550329198003102 MUSTA'IN ARIF. ST. MT NIP 197003272005011001	Muhammad Rizky Saputra NRP. 03111645000016	PEMBANGUNAN PLTU UNIT 9 DAN 10 PT.INDONESIA POWER	POTONGAN MEMANJANG V - V SKALA 1:1000	8	



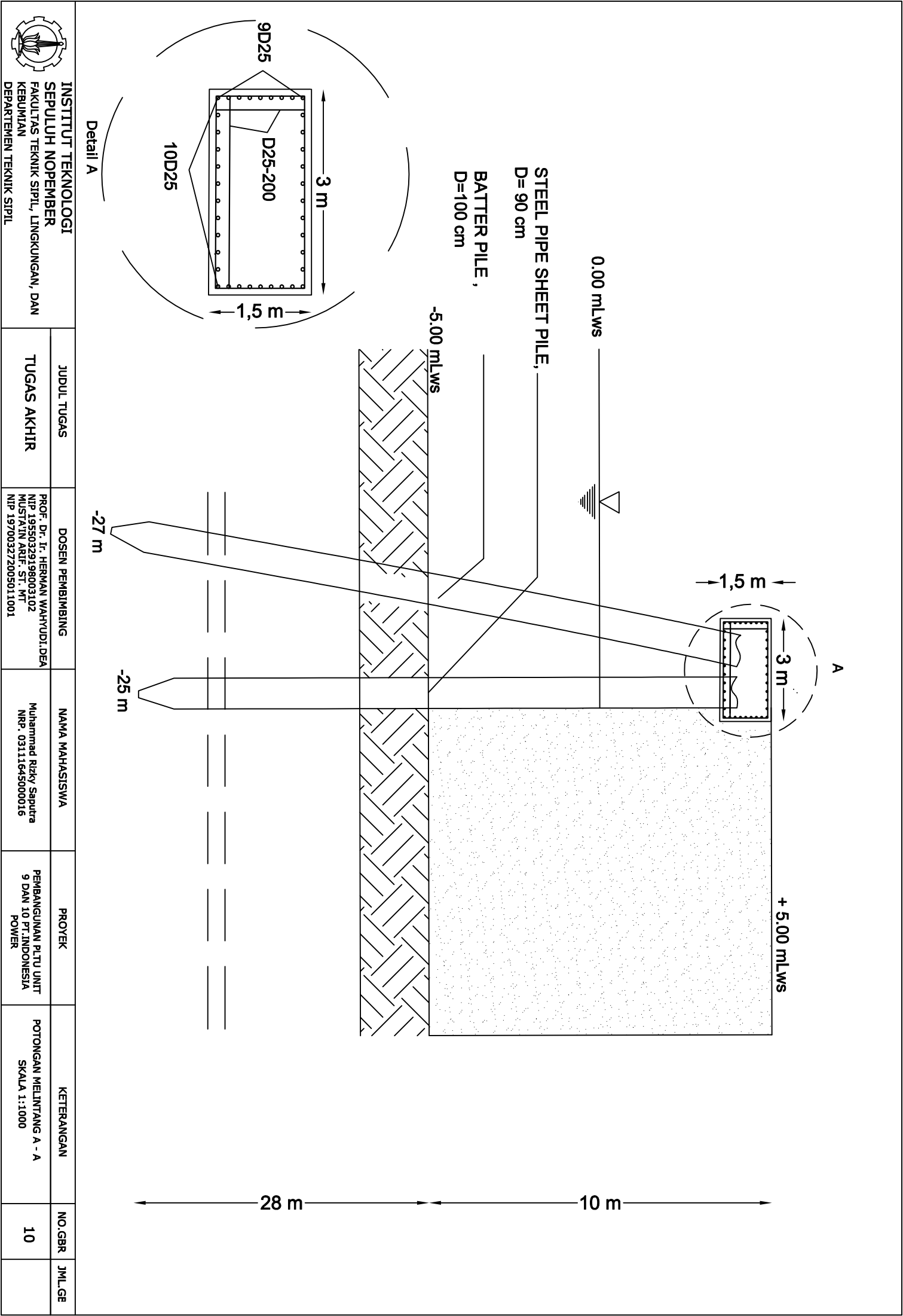
<div></div> <div>INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN, DAN KEBUMIHAN DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL</div>	JUDUL TUGAS	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	PROYEK	KETERANGAN	NO.GBR	JML.GBR
	TUGAS AKHIR	PROF. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI,DEA NIP 19550329198003102 MUSTA'IN ARIF, ST. MT NIP 197003272005011001	Muhammad Rizky Saputra NRP. 03111645000016	PEMBANGUNAN PLTU UNIT 9 DAN 10 PT.INDONESIA POWER	POTONGAN MEMANJANG IV - IV SKALA 1:1000	7	



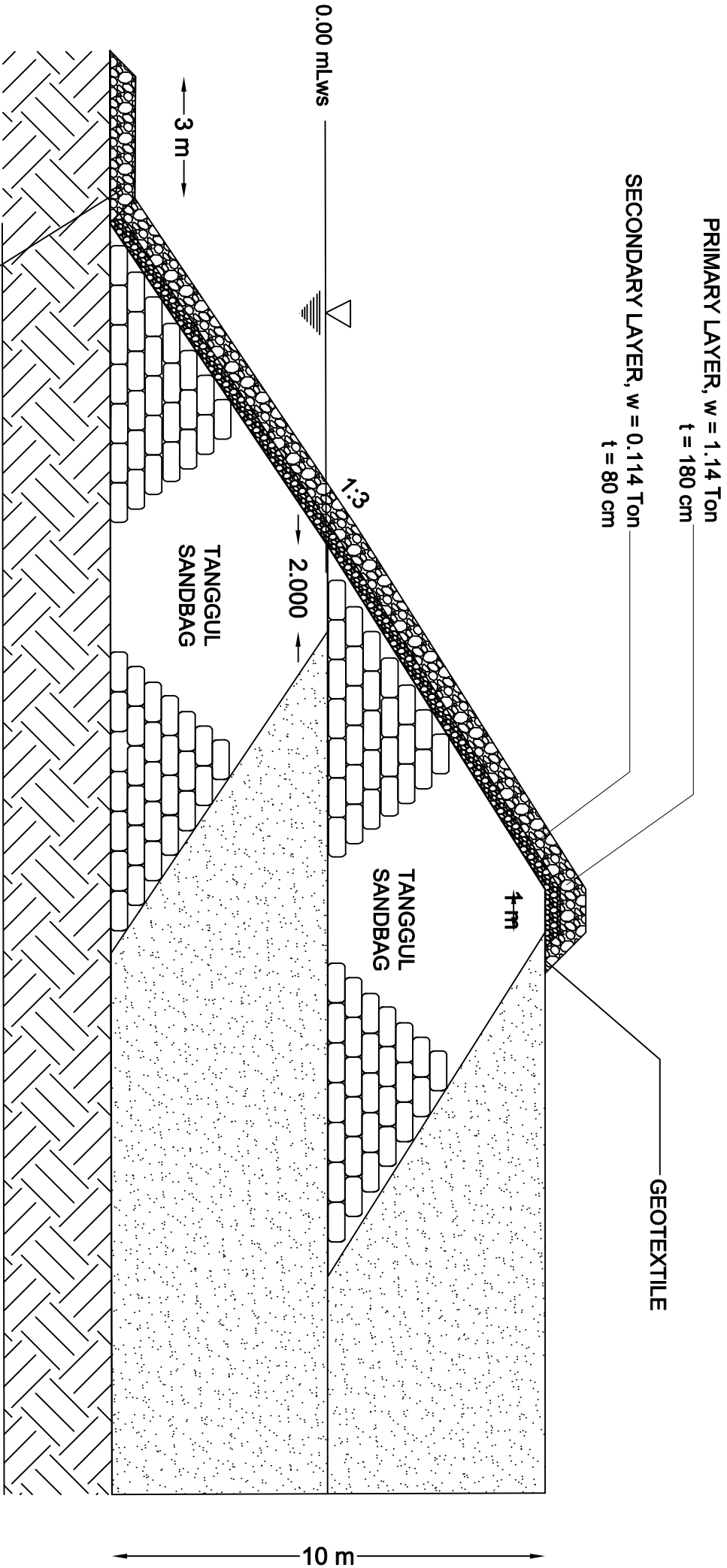
<div></div> <div>INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN, DAN KEBUMIHAN DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL</div>	JUDUL TUGAS	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	PROYEK	KETERANGAN	NO.GBR	JML.GBR
	TUGAS AKHIR	PROF. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI,DEA NIP 19550329198003102 MUSTA'IN ARIF. ST. MT NIP 197003272005011001	Muhammad Rizky Saputra NRP. 03111645000016	PEMBANGUNAN PLTU UNIT 9 DAN 10 PT.INDONESIA POWER	POTONGAN MEMANJANG III - III SKALA 1:1000	6	



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN, DAN KEBUMIHAN DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL	JUDUL TUGAS	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	PROYEK	KETERANGAN	NO.GBR	JML.GBR
	TUGAS AKHIR	PROF. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI,DEA NIP 19550329198003102 MUSTA'IN ARIF. ST. MT NIP 197003272005011001	Muhammad Rizky Saputra NRP. 03111645000016	PEMBANGUNAN PLTU UNIT 9 DAN 10 PT.INDONESIA POWER	POTONGAN MEMANJANG II - II SKALA 1:1000	5	

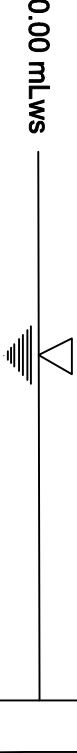


<div></div> <div>INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN, DAN KEBUMIHAN DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL</div>	JUDUL TUGAS	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	PROYEK	KETERANGAN	NO.GBR	JML.GE
	TUGAS AKHIR	PROF. DR. Ir. HERMAN WAHYUDI, DEA NIP.19550329198003102 MUSTA'IN ARIF, ST. MT NIP.197003272005011001	Muhammad Rizky Saputra NRP. 03111645000016	PEMBANGUNAN PLTU UNIT 9 DAN 10 PT.INDONESIA POWER	POTONGAN MELINTANG A - A SKALA 1:1000	10	

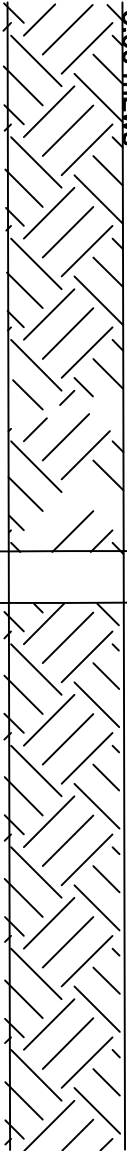


	INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN, DAN KEUUMAN DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL		JUDUL TUGAS	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	PROYEK	KETERANGAN	NO.GBR	JML.GE
	TUGAS AKHIR		PROF. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI,DEA NIP.19550329198003102 MUSTA'IN ARIF, ST. MT NIP.197003272005011001	Muhammad Rizky Saputra NRP. 03111645000016	PEMBANGUNAN PLTU UNIT 9 DAN 10 PT.INDONESIA POWER	POTONGAN MELINTANG B -B SKALA 1:1000	11		

STEEL PIPE SHEET PILE, _____
D= 90 cm

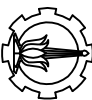


-5.00 mlws




-25 m



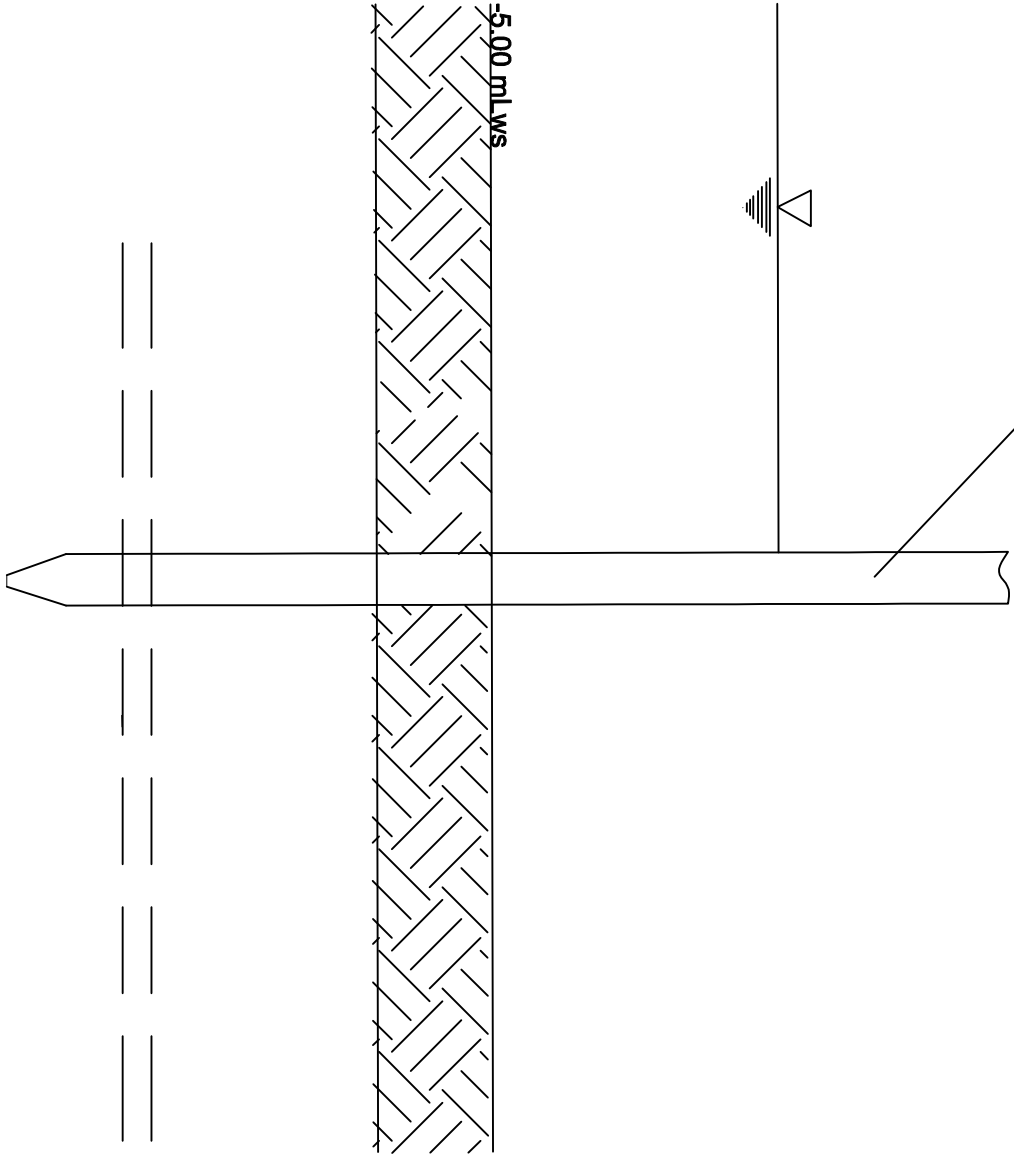
<div><div>INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN, DAN KEBUMIHAN DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL</div></div>		JUDUL TUGAS		DOSEN PEMBIMBING		NAMA MAHASISWA		PROYEK		KETERANGAN		NO.GBR		JML.GE	
TUGAS AKHIR		PROF. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI,DEA NIP.19550329198003102 MUSTA'IN ARIF, ST. MT NIP.197003272005011001		Muhammad Rizky Saputra NRP. 03111645000016		PEMBANGUNAN PLTU UNIT 9 DAN 10 PT.INDONESIA POWER		SEQUENCE OF WORK : PEMANCANGAN SPSP SKALA 1:1000		1					

STEEL PIPE SHEET PILE, _____
D= 90 cm

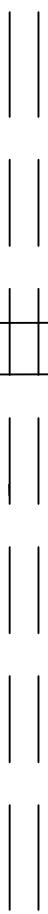
0.00 mlws

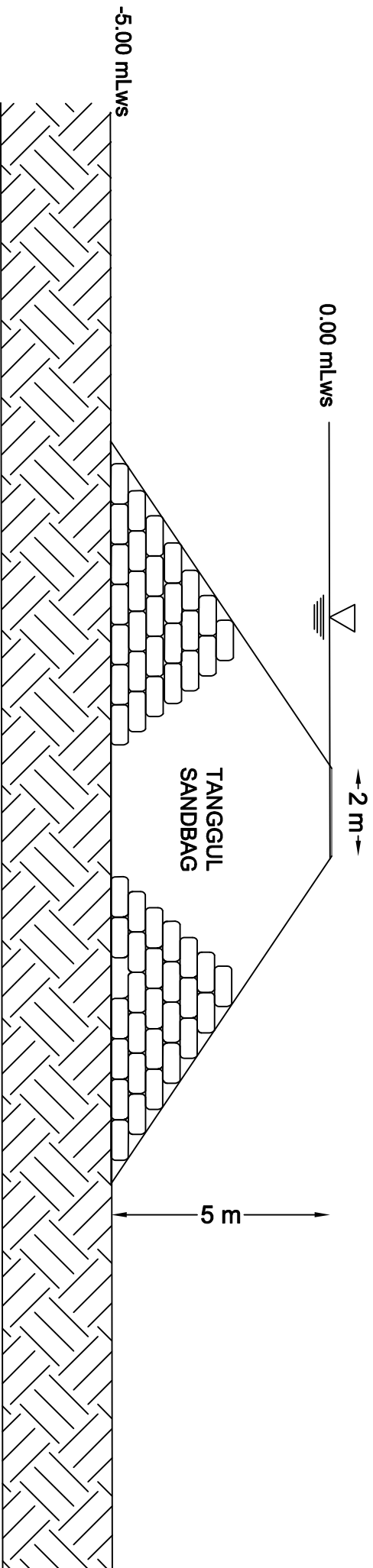


-5.00 mlws

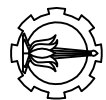


-25 m



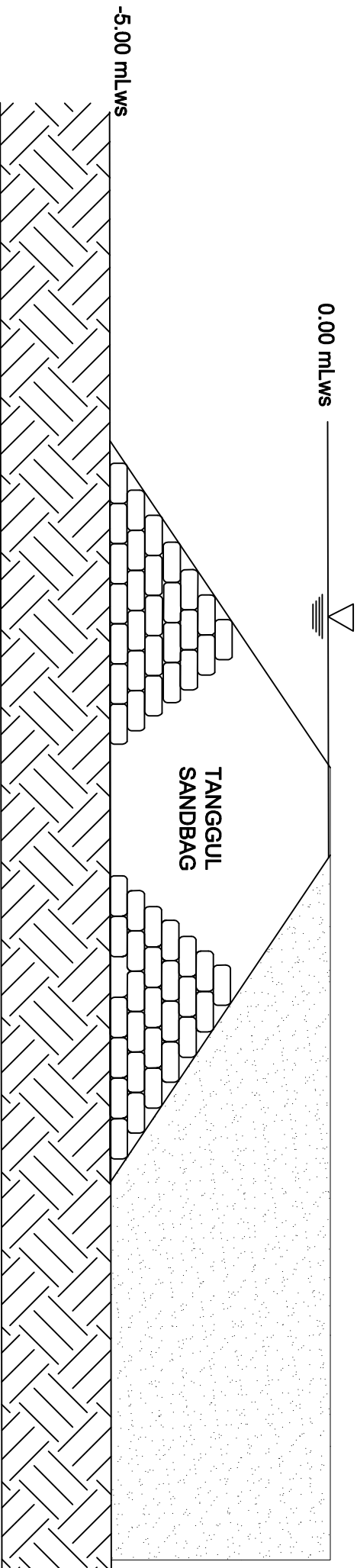


32 m

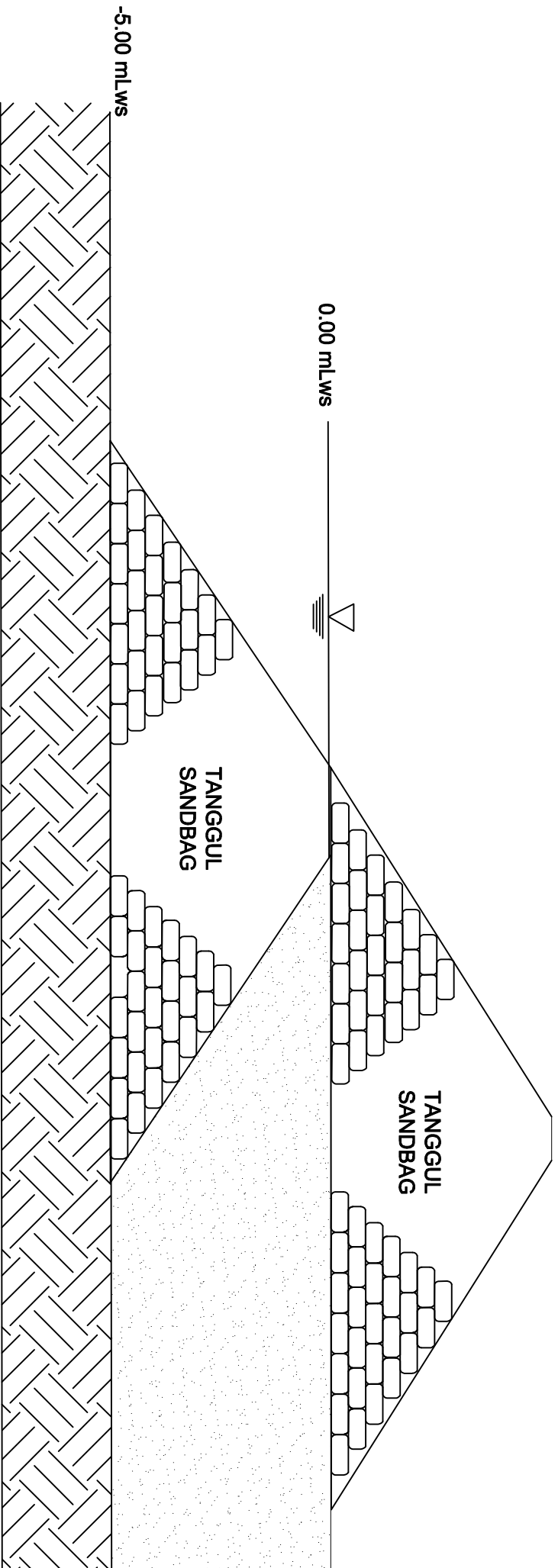


INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN, DAN
KEBUMIHAN
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL

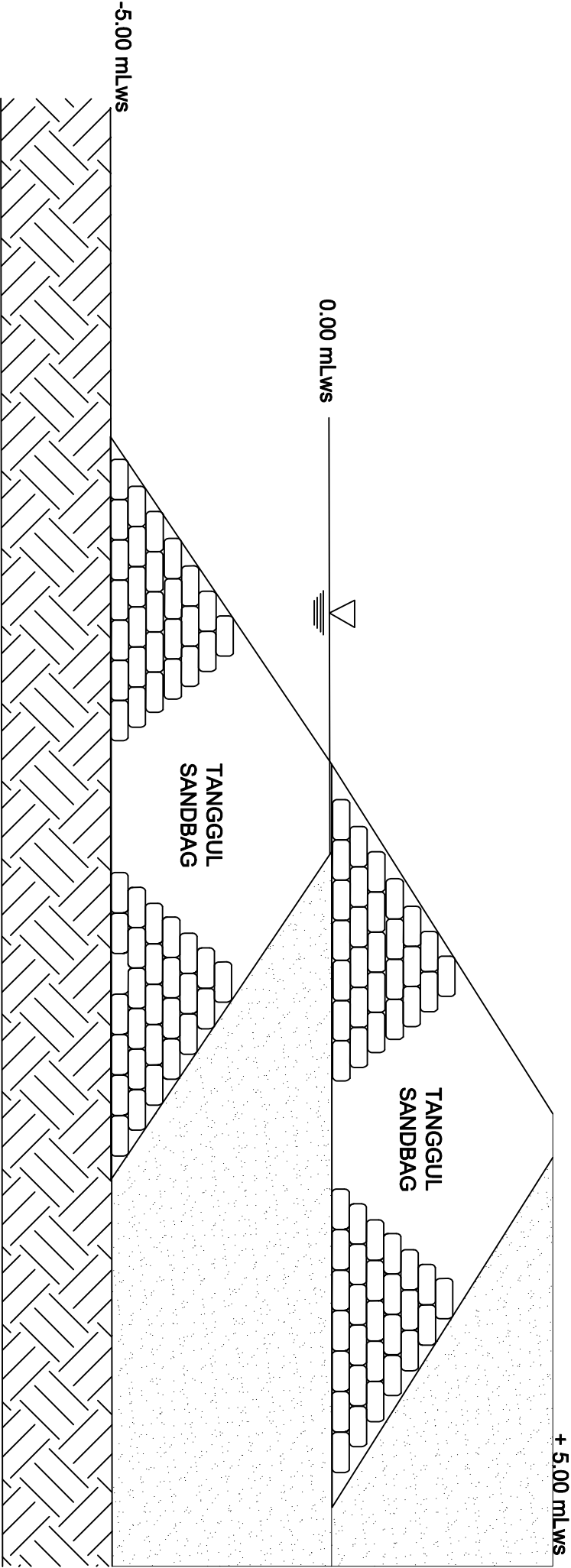
JUDUL TUGAS	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	PROYEK	KETERANGAN	NO.GBR	JML.GE
TUGAS AKHIR	PROF. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI,DEA NIP.19550329198003102 MUSTA'IN ARIF, ST. MT NIP.197003272005011001	Muhammad Rizky Saputra NRP. 03111645000016	PEMBANGUNAN PLTU UNIT 9 DAN 10 PT.INDONESIA POWER	SEQUENCE OF WORK : INSTALASI SANDBAG SKALA 1:1000	2	




	INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN, DAN KEBUMIHAN DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL	JUDUL TUGAS	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	PROYEK	KETERANGAN	NO.GBR	JML.GE
		TUGAS AKHIR	PROF. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI,DEA NIP.19550329198003102 MUSTA'IN ARIF, ST. MT NIP.197003272005011001	Muhammad Rizky Saputra NRP. 03111645000016	PEMBANGUNAN PLTU UNIT 9 DAN 10 PT.JINDONESIA POWER	SEQUENCE OF WORK : PENGURUGAN TANAH REKLAMASI SKALA 1:1000	4	



<div> </div> <div> INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN, DAN KEBUMIHAN DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL </div>	JUDUL TUGAS	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	PROYEK	KETERANGAN	NO.GBR	JML.GE
	TUGAS AKHIR	PROF. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI,DEA NIP.19550329198003102 MUSTA'IN ARIF, ST. MT NIP.197003272005011001	Muhammad Rizky Saputra NRP. 03111645000016	PEMBANGUNAN PLTU UNIT 9 DAN 10 PT.JINDONESIA POWER	SEQUENCE OF WORK : INSTALLASI SANDBAG ATAS SKALA 1:1000	5	



 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN, DAN KEBUMIHAN DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL	JUDUL TUGAS	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	PROYEK	KETERANGAN	NO.GBR	JML.GE
	TUGAS AKHIR	PROF. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI,DEA NIP.19550329198003102 MUSTA'IN ARIF, ST. MT NIP.197003272005011001	Muhammad Rizky Saputra NRP. 03111645000016	PEMBANGUNAN PLTU UNIT 9 DAN 10 PT.INDONESIA POWER	SEQUENCE OF WORK : PENGURUGAN TANAH REKLAMASI ATAS SKALA 1:1000	6	


STEEL PIPE SHEET PILE, _____
D= 90 cm

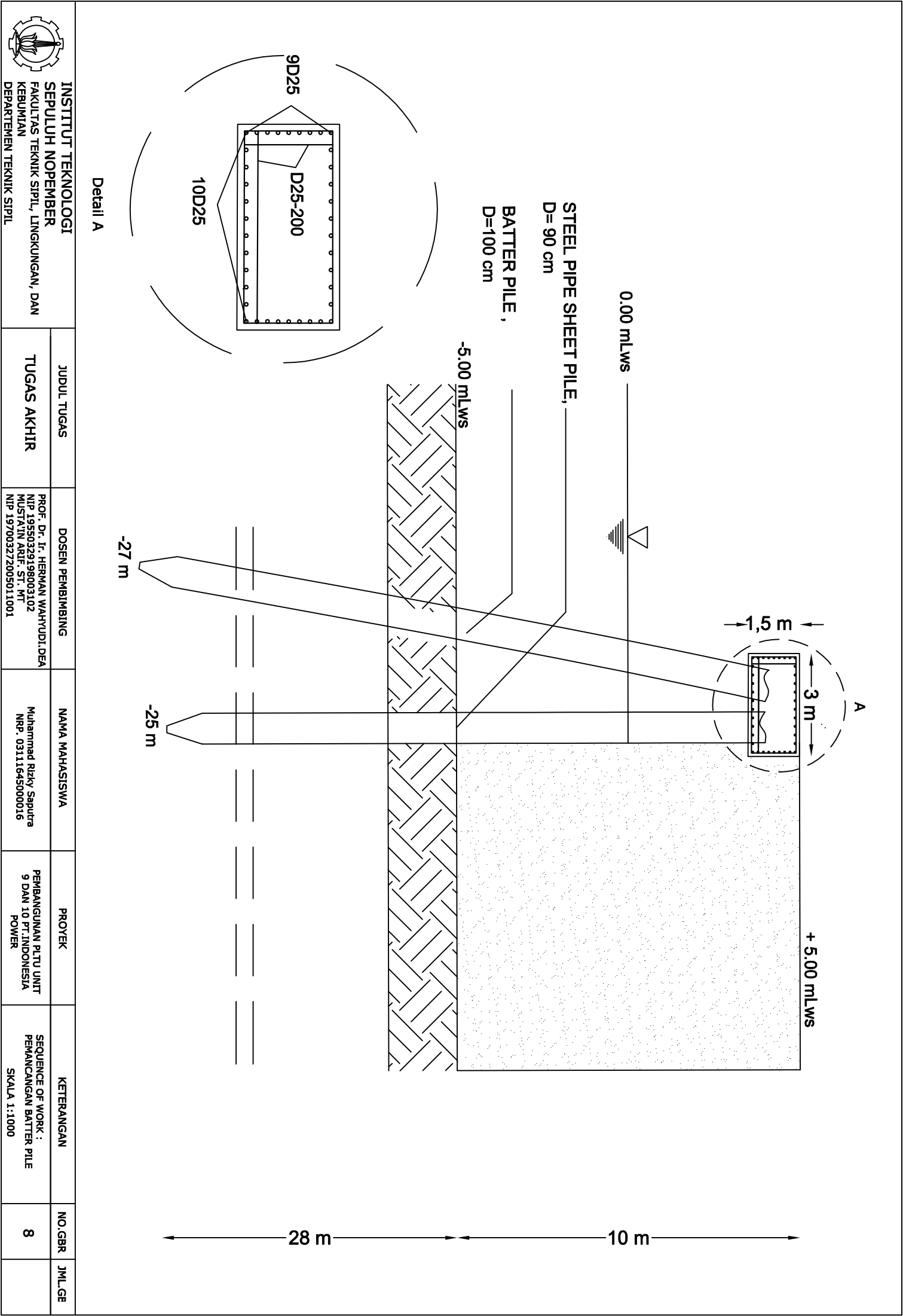
0.00 mlws

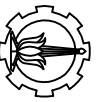


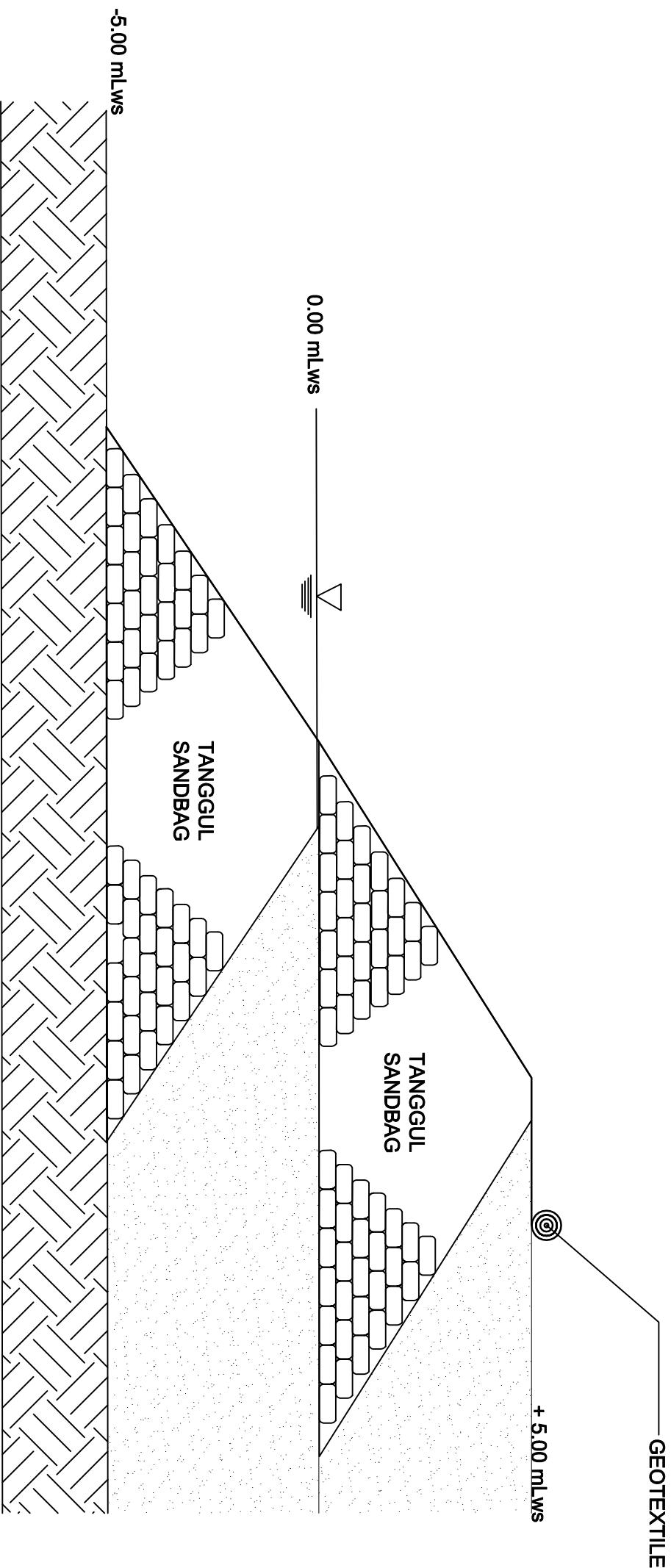
-5.00 mlws

-25 m

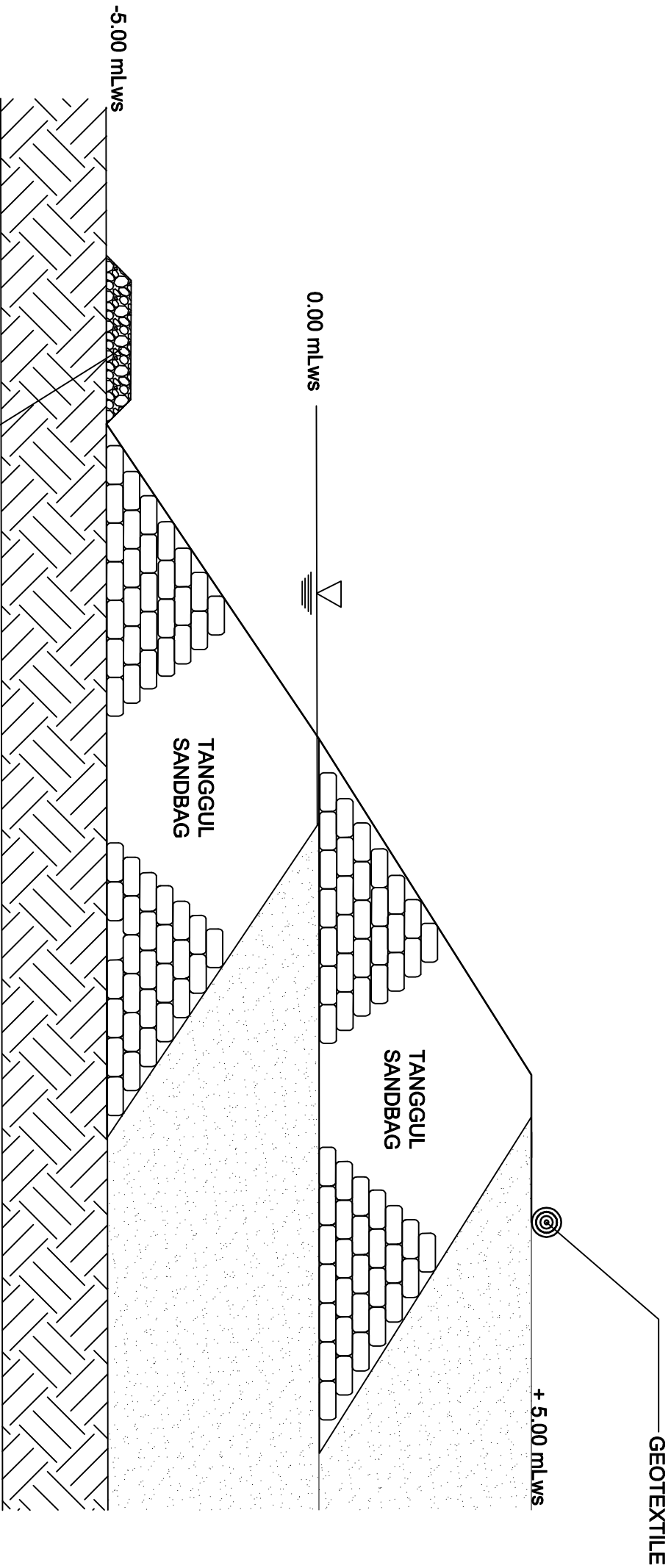
<div><p>INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN, DAN KEBUMIHAN DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL</p></div>	JUDUL TUGAS	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	PROYEK	KETERANGAN	NO.GBR	JML.GE
	TUGAS AKHIR	PROF. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI,DEA NIP.19550329198003102 MUSTA'IN ARIF, ST. MT NIP.197003272005011001	Muhammad Rizky Saputra NRP. 03111645000016	PERBANGUNAN PLTU UNIT 9 DAN 10 PT.INDONESIA POWER	SEQUENCE OF WORK : PENGURUGAN TANAH REKLAMASI ATAS SKALA 1:1000	7	



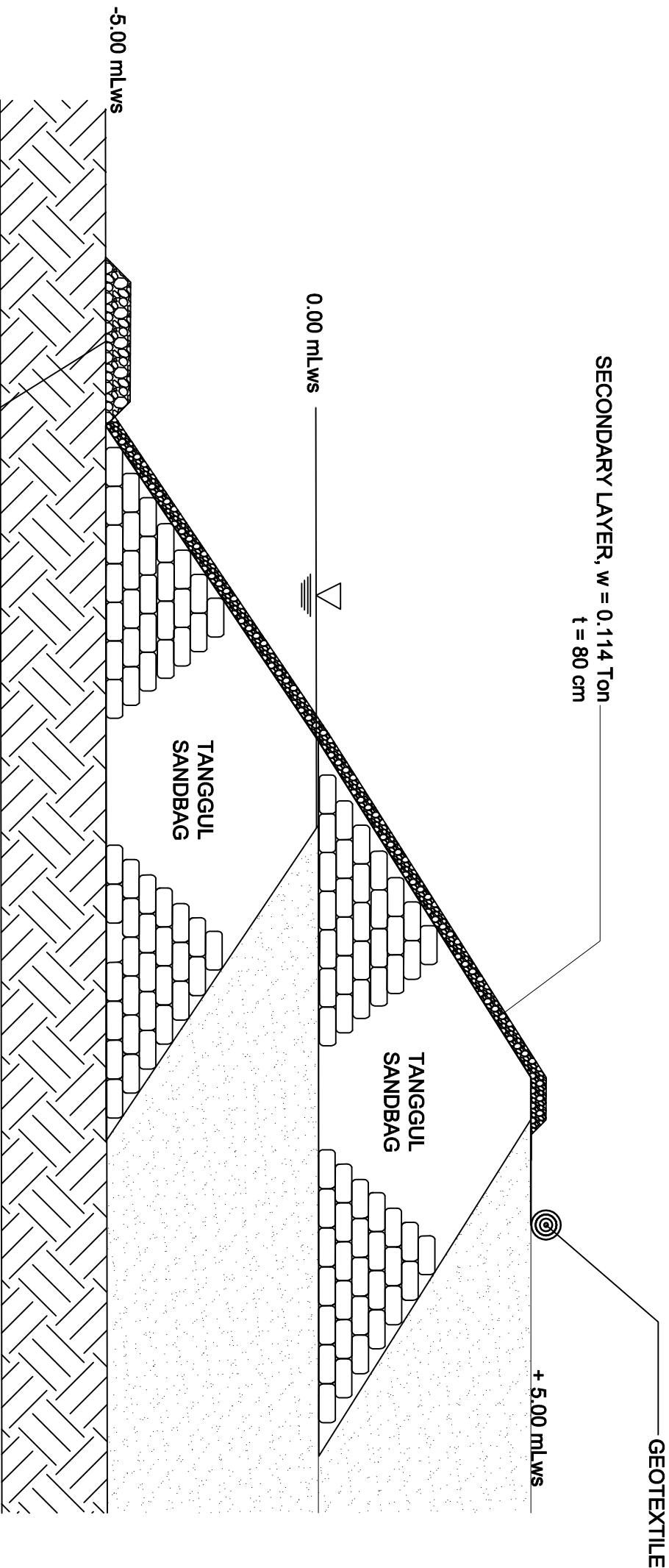
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN, DAN KEBUMIHAN DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL	JUDUL TUGAS	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	PROYEK	KETERANGAN	NO.GBR	JML.GE
	TUGAS AKHIR	PROF. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI, DEA NIP.19550329198003102 MUSTA'IN ARIF, ST. MT NIP.197003272005011001	Muhammad Rizky Saputra NRP. 03111645000016	PEMBANGUNAN PLTU UNIT 9 DAN 10 PT.INDONESIA POWER	SEQUENCE OF WORK : PEMANGCANGAN BATTER PILE SKALA 1:1000	8	



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN, DAN KEBUMIHAN DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL	JUDUL TUGAS	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	PROYEK	KETERANGAN	NO.GBR	JML.GE
	TUGAS AKHIR	PROF. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI,DEA NIP.19550329198003102 MUSTA'IN ARIF, ST. MT NIP.197003272005011001	Muhammad Rizky Saputra NRP. 03111645000016	PEMBANGUNAN PLTU UNIT 9 DAN 10 PT.INDONESIA POWER	SEQUENCE OF WORK : PEMASANGAN GEOTEXTILE SKALA 1:1000	9	




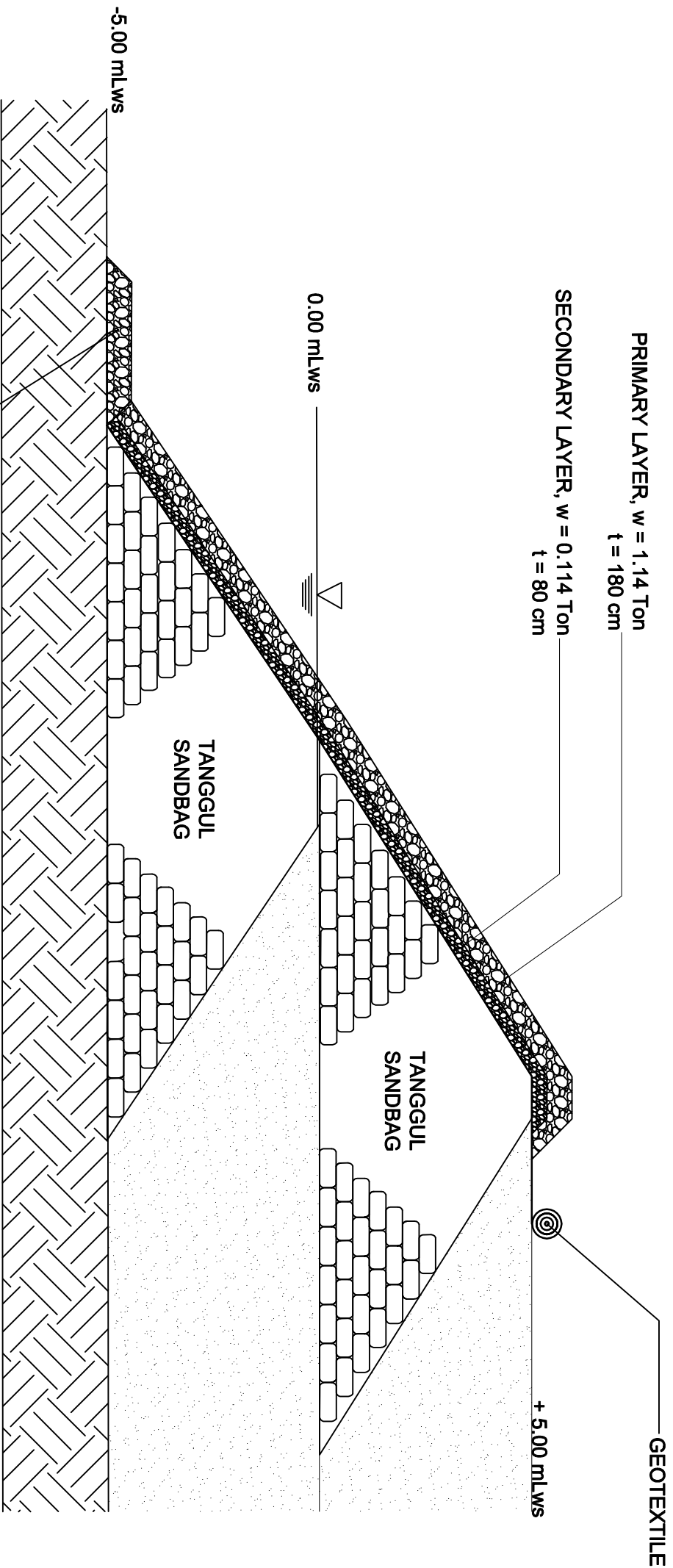
<div> <p> INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN, DAN KEBUMIHAN DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL </p> </div>	JUDUL TUGAS	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	PROYEK	KETERANGAN	NO.GBR	JML.GE
	TUGAS AKHIR	PROF. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI,DEA NIP.19550329198003102 MUSTA'IN ARIF, ST. MT NIP.197003272005011001	Muhammad Rizky Saputra NRP. 03111645000016	PEMBANGUNAN PLTU UNIT 9 DAN 10 PT.INDONESIA POWER	SEQUENCE OF WORK : PENIMBUNAN TOE BERM SKALA 1:1000	10	



TOE BERM, w = 0.114 Ton

t = 180 cm

 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN, DAN KEBUMIHAN DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL	JUDUL TUGAS	DOSSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	PROYEK	KETERANGAN	NO.GBR	JML.GE
	TUGAS AKHIR	PROF. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI,DEA NIP.19550329198003102 MUSTA'IN ARIF, ST. MT NIP.197003272005011001	Muhammad Rizky Saputra NRP. 03111645000016	PEMBANGUNAN PLTU UNIT 9 DAN 10 PT.INDONESIA POWER	SEQUENCE OF WORK : PENIMBUNAN SECONDARY LAYER SKALA 1:1000	11	



<div> </div> <div> INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN, DAN KEBUMIHAN DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL </div>	JUDUL TUGAS	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	PROYEK	KETERANGAN	NO.GBR	JML.GE
	TUGAS AKHIR	PROF. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI,DEA NIP.19550329198003102 MUSTA'IN ARIF, ST. MT NIP.197003272005011001	Muhammad Rizky Saputra NRP. 03111645000016	PEMBANGUNAN PLTU UNIT 9 DAN 10 PT.JINDONESIA POWER	SEQUENCE OF WORK : PENIMBUNAN PRIMARY LAYER SKALA 1:1000	12	

Tabel 1 Rekapitulasi Biaya Pekerjaan

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOLUME	SATUAN	HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA
1	PEKERJAAN PERSIAPAN				
	1.1 Perijinan	1	ls	Rp1,000,000,000.00	Rp1,000,000,000.00
	1.2 Mobilisasi Peralatan dan Material	1	ls	Rp13,850,000,000.00	Rp13,850,000,000.00
	1.3 Fasilitas Sementara	1	ls	Rp330,000,000.00	Rp330,000,000.00
	1.4 Stake Out dan Positioning	1	ls	Rp655,128,000.00	Rp655,128,000.00
	1.5 Pekerjaan Pembersihan Lapangan Ringan (Land Clearing)	6500	m2	Rp2,812.67	Rp18,282,355.00
2	PEKERJAAN PEMANGCANGAN SHEET PILE	1050	m'	Rp2,515,930.90	Rp2,641,727,445.00
3	PEMASANGAN TANGGUL				
	3.1 Tanggul tepi (Sandbag)	23750	m3	Rp280,029.60	Rp6,650,703,000.00
	3.2 Tanggul tepi (bronjong)		buah	Rp1,217,576.30	
	3.3 Tanggul Pemisah Sementara	-	m3	Rp280,029.60	-
4	PEKERJAAN PENGURUGAN REKLAMASI				
	4.1 pengurugan	193608.261	m3	Rp1,431,462.50	Rp277,142,965,311.71
	4.2 pemadatan	193608.261	m3	Rp1,440,662.50	Rp278,924,161,312.91
5	PEKERJAAN PERKUATAN LERENG				
	5.1 Pemasangan geotextile				
	- material	5483.87	m2	Rp10,000.00	Rp54,838,700.00
	- Pemasangan	5483.87	m2	Rp3,000.00	Rp16,451,610.00
	5.2 Pemasangan Berm	2565	m3	Rp495,526.26	Rp1,271,024,856.90
	5.3 Pemasangan Secondary Layer ±30 cm	14967.5	m3	Rp595,990.26	Rp8,920,484,216.55
	5.4 Pemasangan Primary Layer ±50cm	26110	m3	Rp495,526.26	Rp12,938,190,648.60
TOTAL NILAI PEKERJAAN					Rp604,413,957,456.68

TABEL 2 ANALISIS HARGA SATUAN PEKERJAAN FASILITAS SEMENTARA					
NO	URAIAN	SATUAN	KOEFISIEN	HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA
A	DESKRIPSI				
1	Direksi Kit	bulan	12	10000000	120000000
2	Mess 1 Unit	bulan	12	10000000	120000000
3	Workshop	bulan	12	7500000	90000000
				JUMLAH	330000000
B	HARGA SATUAN PEKERJAAN				330000000

Tabel 3 ANALISIS HARGA SATUAN PEKERJAAN STAKE OUT DAN POSITIONING					
NO	URAIAN	SATUAN	KOEFISIEN	HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA
A	TENAGA				
1	Pekerja (24 Org x Bulan)	hari	4320	71200	307584000
2	Surveyor (12 Org x Bulan)	hari	2160	78400	169344000
				JUMLAH TENAGA KERJA	476928000
B	MATERIAL				
1	Sewa total Station (12 pos x bln)	hari	2160	82500	178200000
				JUMLAH TENAGA KERJA	178200000
C	HARGA SATUAN PEKERJAAN				655128000

Tabel 4 ANALISIS HARGA SATUAN PEKERJAAN MOBILISASI PERALATAN					
NO	URAIAN	SATUAN	KOEFISIEN	HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA
A	DESKRIPSI				
1	Excavator 0.9 m3	unit	50	50000000	2500000000
2	Dump Truck	unit	100	50000000	5000000000
3	Buldozer	unit	75	50000000	3750000000
4	Vibro Roller	unit	30	50000000	1500000000
5	Water Tank	unit	20	50000000	1000000000
				JUMLAH	13750000000
B	MATERIAL				
1	Minor	ls	1	100000000	100000000
				JUMLAH	100000000
C	HARGA SATUAN PEKERJAAN				13850000000

Tabel 5 ANALISIS HARGA SATUAN PEKERJAAN PEMBERSIHAN LAPANGAN					
NO	URAIAN	SATUAN	KOEFISIEN	HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA
A	TENAGA				
1	Pekerja	OH	0.009	71200	640.8
2	Tukang	OH	0.003	66800	200.4
3	Mandor	OH	0.001	104600	104.6
JUMLAH TENAGA KERJA					945.8
B	BAHAN				
JUMLAH HARGA BAHAN					0
C	PERALATAN				
1	Chainsaw	Jam	0.02	75000	1500
JUMLAH HARGA PERALATAN					1500
D	JUMLAH HARGA, TENAGA, BAHAN, DAN PERALATAN (A+B+C)				2445.8
	Biaya produksi per m3				
E	OVERHEAD & PROFIT (15% D)				366.87
F	HARGA SATUAN PEKERJAAN (D+E)				2812.67

Tabel 6 ANALISIS HARGA SATUAN PEKERJAAN PEMANCANGAN STEEL SHEET PILE PIPE					
NO	URAIAN	SATUAN	KOEFISIEN	HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA
A	TENAGA				
1	Pekerja	OH	0.025	71200	1780
2	Mandor	OH	0.01	104600	1046
3	Operator Crane	OH	0.025	106800	2670
4	Tukang Las Listrik	OH	0.025	93100	2327.5
JUMLAH TENAGA KERJA					7823.5
B	BAHAN				
1	Tiang Pipa Baja	m	1.01	2000000	2020000
2	Kawat Las Listrik	kg	0.15	39950	5992.5
JUMLAH HARGA BAHAN					2025992.5
C	PERALATAN				
1	Crane Besar	hari	0.05	2800000	140000
2	Alat Pancang	hari	0.025	208000	5200
3	Las Listrik Diesel	hari	0.025	350000	8750
JUMLAH HARGA PERALATAN					153950
D	JUMLAH HARGA, TENAGA, BAHAN, DAN PERALATAN (A+B+C)				2187766
	Biaya Produksi per m3				

E	OVERHEAD & PROFIT (15% D)	328164.9
F	HARGA SATUAN PEKERJAAN (D+ E)	2515930.9

Tabel 7 ANALISIS HARGA SATUAN PEKERJAAN PEMASANGAN TANGGUL

NO	URAIAN	SATUAN	KOEFISIEN	HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA
A	TENAGA				
1	Tukang	OH	0.4	71200	28480
2	Mandor	OH	0.04	104600	4184
JUMLAH TENAGA KERJA					32664
B	BAHAN				
1	Pasir pasang	m3	1.2	175700	210840
JUMLAH HARGA BAHAN					210840
C	PERALATAN				
JUMLAH HARGA PERALATAN					0
D	JUMLAH HARGA, TENAGA, BAHAN, DAN PERALATAN (A+B+C)				243504
	biaya produksi per m3				
E	OVERHEAD & PROFIT (15%D)				36525.6
F	HARGA SATUAN PEKERJAAN (D+E)				280029.6

Tabel 8 ANALISIS HARGA SATUAN PEKERJAAN PENGURUGAN REKLAMASI DENGAN MENGGUNAKAN BULDOZER

NO	URAIAN	SATUAN	KOEFISIEN	HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA
A	TENAGA				
1	Operator	OJ	1	106800	106800
2	Mekanik	OJ	0.5	95900	47950
JUMLAH TENAGA KERJA					154750
B	BAHAN				
1	Pasir Urug	m3	1	156100	156100
JUMLAH HARGA BAHAN					156100
C	PERALATAN				
1	Sewa/Alat berat Buldozer	jam	2	545000	1090000
JUMLAH HARGA PERALATAN					1090000
D	JUMLAH HARGA, TENAGA, BAHAN, DAN PERALATAN (A+B+C)				1400850
	biaya produksi per m3				
E	OVERHEAD & PROFIT (15%D)				210127.5
F	HARGA SATUAN PEKERJAAN (D+E)				1610977.5

Tabel 9 ANALISIS HARGA SATUAN PEKERJAAN PEMADATAN TIMBUNAN

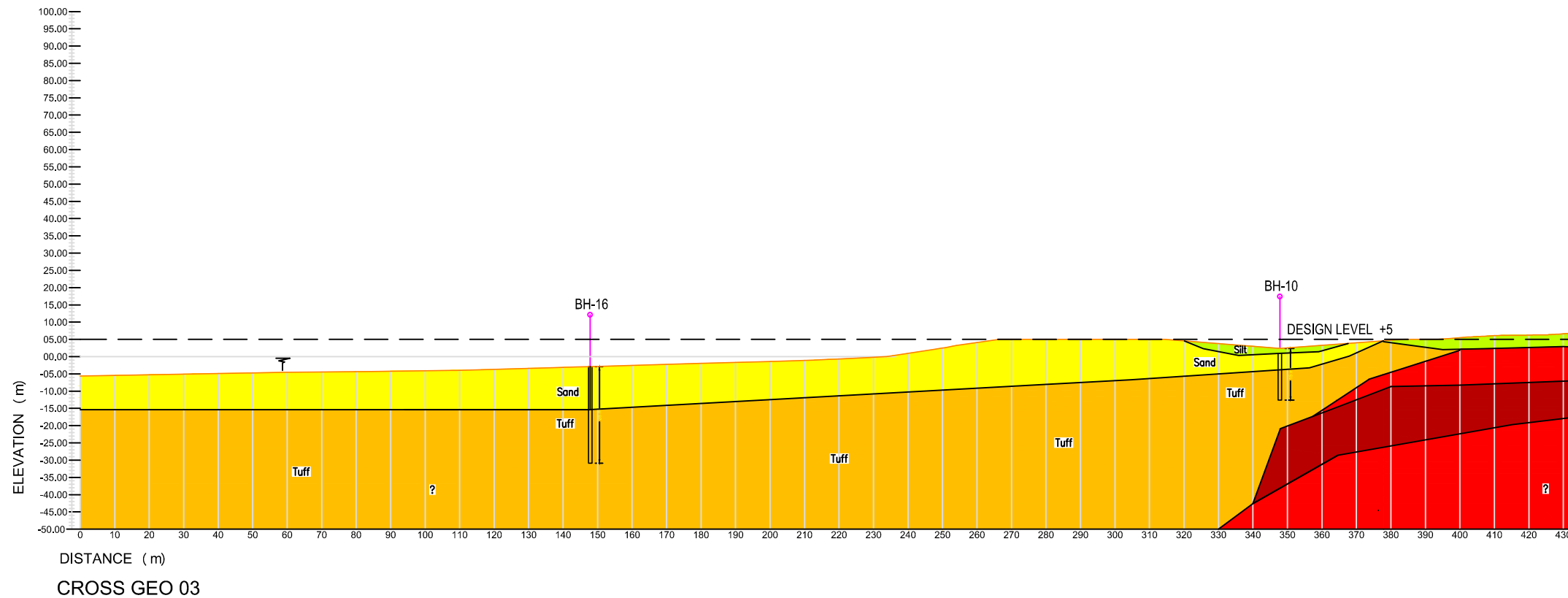
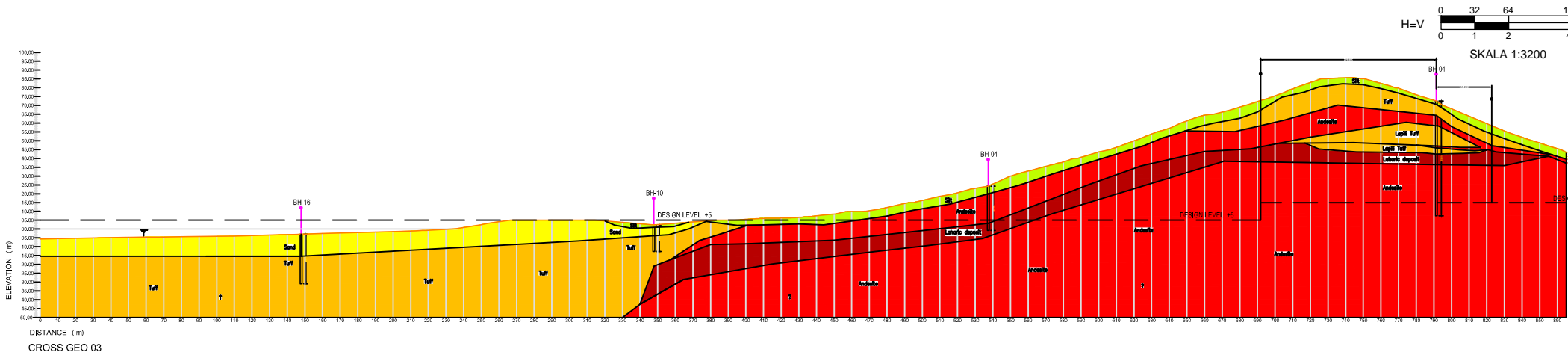
NO	URAIAN	SATUAN	KOEFISIEN	HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA
A	TENAGA				
1	Operator	OJ	1	106800	106800
2	Mekanik	OJ	0.5	95900	47950
JUMLAH TENAGA KERJA					154750
B	BAHAN				
JUMLAH HARGA BAHAN					0
C	PERALATAN				
1	Sewa/Alat berat vibro roller	jam	3	366000	1098000
JUMLAH HARGA PERALATAN					1098000
D	JUMLAH HARGA, TENAGA, BAHAN, DAN PERALATAN (A+B+C)				1252750
	biaya produksi per m3				
E	OVERHEAD & PROFIT (15%D)				187912.5
F	HARGA SATUAN PEKERJAAN (D+E)				1440662.5

Tabel 10 ANALISIS HARGA SATUAN PEKERJAAN PEMASANGAN BERM DAN PRIMARY LAYER

NO	URAIAN	SATUAN	KOEFISIEN	HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA
A	TENAGA				
1	Pekerja	OH	1	71200	71200
2	Tukang Batu		0.4	93100	37240
3	Kepala Tukang Batu		0.04	98550	3942
4	Mandor		0.08	104600	8368
JUMLAH TENAGA KERJA					120750
B	BAHAN				
1	Batu/Batu belah	m3	1.2	195200	234240
2	Pasir Pasang/Urug	m3	0.432	175700	75902.4
JUMLAH HARGA BAHAN					310142.4
C	PERALATAN				
JUMLAH HARGA PERALATAN					0
D	JUMLAH HARGA, TENAGA, BAHAN, DAN PERALATAN (A+B+C)				430892.4
	biaya produksi per m3				
E	OVERHEAD & PROFIT (15%D)				64633.86
F	HARGA SATUAN PEKERJAAN (D+E)				495526.26

Tabel 11 ANALISIS HARGA SATUAN PEKERJAAN PEMASANGAN SECONDARY LAYER








NO	URAIAN	SATUAN	KOEFISIEN	HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA
A	TENAGA				
1	Pekerja	OH	1	71200	71200
2	Tukang Batu		0.4	93100	37240
3	Kepala Tukang Batu		0.04	98550	3942
4	Mandor		0.08	104600	8368
JUMLAH TENAGA KERJA					120750
B	BAHAN				
1	Batu/Batu belah	m3	1.2	268000	321600
2	Pasir Pasang/Urug	m3	0.432	175700	75902.4
JUMLAH HARGA BAHAN					397502.4
C	PERALATAN				
JUMLAH HARGA PERALATAN					0
D	JUMLAH HARGA, TENAGA, BAHAN, DAN PERALATAN (A+B+C)				518252.4
	biaya produksi per m3				
E	OVERHEAD & PROFIT (15%D)				77737.86
F	HARGA SATUAN PEKERJAAN (D+E)				595990.26




	KOORDINAT UTM 48M		KOORDINAT DMS		ELEVATION (m)
	X	Y	LATITUDE (S)	LONGITUDE (E)	
BM-01	613206.413	9348765.319	5° 53' 26.80"	106° 1' 21.61"	2.170
CP-01	613314.970	9348607.428	5° 53' 31.94"	106° 1' 25.15"	29.131
TIDE STATION	613162.540	9348755.116	5° 53' 27.14"	106° 1' 20.18"	
CURRENT MEASUREMENT	612533.000	9348259.000	5° 53' 43.33"	106° 0' 59.74"	

BORE HOLE LOCATIONS					
BORE HOLE & CPT ID	KOORDINAT UTM 48M		KOORDINAT DMS		ELEVATION (m)
	X	Y	LATITUDE (S)	LONGITUDE (E)	
BH-01	613637.502	9348409.492	5° 53' 38.36"	106° 1' 35.63"	72.475
BH-02	613460.792	9348281.534	5° 53' 42.56"	106° 1' 29.88"	16.854
BH-03	613641.858	9348061.568	5° 53' 49.71"	106° 1' 35.78"	34.215
BH-04	613383.590	9348414.696	5° 53' 38.23"	106° 1' 27.37"	24.280
BH-05	613370.034	9348273.095	5° 53' 42.82"	106° 1' 26.96"	6.366
BH-06	613387.241	9348057.616	5° 53' 49.85"	106° 1' 27.52"	18.745
BH-07	613063.853	9348068.971	5° 53' 49.52"	106° 1' 16.99"	3.636
BH-08	612816.319	9348081.387	5° 53' 49.11"	106° 1' 8.95"	6.945
BH-09	613050.581	9348243.573	5° 53' 43.82"	106° 1' 16.55"	1.977
BH-10	613194.006	9348409.605	5° 53' 38.40"	106° 1' 21.22"	2.373
BH-11	613372.579	9348581.202	5° 53' 32.79"	106° 1' 27.00"	47.705
BH-12	613207.894	9348586.952	5° 53' 32.64"	106° 1' 21.64"	9.376
BH-13	613378.346	9348733.281	5° 53' 27.84"	106° 1' 27.19"	36.578
BH-14	613230.818	9348765.757	5° 53' 26.81"	106° 1' 22.37"	2.551
BH-15	612610.510	9348217.360	5° 53' 44.68"	106° 1' 2.26"	-6.000
BH-16	613000.000	9348458.000	5° 53' 36.82"	106° 1' 14.91"	-5.500

SONDIR LOCATIONS					
SONDIR	KOORDINAT UTM 48M		KOORDINAT DMS		ELEVATION (m)
	X	Y	LATITUDE (S)	LONGITUDE (E)	
S-01	612930.000	9348243.000	5° 53' 43.83"	106° 1' 12.65"	2.00
S-02	612905.000	9348147.000	5° 53' 46.95"	106° 1' 11.83"	4.00
S-03	613049.000	9348147.000	5° 53' 46.94"	106° 1' 16.53"	3.90
S-04	613208.000	9348217.000	5° 53' 44.41"	106° 1' 21.79"	4.00
S-05	613050.581	9348243.573	5° 53' 43.82"	106° 1' 16.55"	1.977
S-06	613215.000	9348369.000	5° 53' 39.78"	106° 1' 21.88"	2.90
S-07	613147.000	9348230.000	5° 53' 44.24"	106° 1' 19.71"	2.47
S-08	613206.000	9348447.000	5° 53' 37.17"	106° 1' 21.61"	2.00
S-09	613269.000	9348287.000	5° 53' 42.37"	106° 1' 23.67"	5.00
S-10	613267.000	9348167.000	5° 53' 46.28"	106° 1' 23.61"	8.00

		
Andesite	Gravel	Sand
		
Laharic deposit	Clay	
		
Tuff	Silt	

 AF-Consult Ltd		Designer	Date
2x1000MW USC CFPF PROJECT		Checked by	18.1.2017
SURALAYA, INDONESIA		Approved by	
CROSS SECTION		Drawn by	
Scale: Level: Size: 10/16		Project - Subject code - Number / Sheet	Map: org
BOOK IV, PART 6		M	

M	No	Date	Description	Designer	Checked	Approved
3						
2						
1						

Sectional Properties

		Steel Pipe Pile												Steel Pipe Sheet Pile																									
		Corrosion allowance (mm)						Corrosion allowance (mm)						Per 1m of pile wall width (L - T type) L55 x 5						Per 1m of pile wall width (L - T type) L75 x 5						Per 1m of pile wall width (P - T type)						Per 1m of pile wall width (P - T type) L = 6mm						Per 1m of pile wall width (P - T type) L = 8mm	
Diameter	Thickness	Sectional area	Unit weight	Moment of inertia	Section modulus	Radius of gyration	Sectional area	Moment of inertia	Section modulus	Junction gap JIS mm	Sectional area	Unit weight	Moment of inertia	Section modulus	Junction gap JIS mm	Sectional area	Unit weight	Moment of inertia	Section modulus	Sectional area	Unit weight	Moment of inertia	Section modulus	Sectional area	Unit weight	Moment of inertia	Section modulus	Sectional area	Unit weight	Moment of inertia	Section modulus	Sectional area	Unit weight						
mm	mm	cm ²	kg/m	cm ⁴	cm ³	cm	cm ²	cm ⁴	cm ³	mm	cm ²	kg/m	cm ⁴	cm ³	mm	cm ²	kg/m	cm ⁴	cm ³	cm ²	kg/m	cm ⁴	cm ³	cm ²	kg/m	cm ⁴	cm ³	cm ²	kg/m	cm ⁴	cm ³	cm ²	kg/m						
700	7	152.4	120	915 × 10 ³	261 × 10	24.5	130.4	781 × 10 ³	224 × 10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—						
	8	173.9	137	104 × 10 ³	297 × 10	24.5	152.0	907 × 10 ³	260 × 10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—						
	9	195.4	153	117 × 10 ³	333 × 10	24.4	173.4	103 × 10 ³	296 × 10	—	—	301.4	237	152 × 10 ³	435 × 10	—	—	306.2	240	151 × 10 ³	431 × 10	288.1	226	133 × 10 ³	379 × 10	299.4	235	123 × 10 ³	351 × 10	318.5	250	141 × 10 ³	341 × 10						
	10	216.8	170	129 × 10 ³	369 × 10	24.4	194.8	115 × 10 ³	331 × 10	—	—	329.3	256	168 × 10 ³	491 × 10	—	—	331.5	262	167 × 10 ³	476 × 10	312.4	245	147 × 10 ³	419 × 10	322.0	253	136 × 10 ³	389 × 10	341.1	265	150 × 10 ³	369 × 10						
	11	238.1	187	141 × 10 ³	404 × 10	24.4	216.1	128 × 10 ³	367 × 10	—	—	357.1	280	184 × 10 ³	527 × 10	—	—	361.5	284	183 × 10 ³	522 × 10	336.6	264	161 × 10 ³	459 × 10	344.5	270	149 × 10 ³	426 × 10	363.9	280	153 × 10 ³	395 × 10						
	12	259.4	204	154 × 10 ³	439 × 10	24.3	237.4	140 × 10 ³	401 × 10	—	—	384.9	302	200 × 10 ³	572 × 10	—	—	388.9	308	198 × 10 ³	567 × 10	360.5	283	174 × 10 ³	498 × 10	369.9	286	162 × 10 ³	463 × 10	386.0	303	156 × 10 ³	420 × 10						
	13	280.6	220	166 × 10 ³	473 × 10	24.3	258.6	152 × 10 ³	436 × 10	—	—	412.5	324	216 × 10 ³	617 × 10	—	—	416.4	327	214 × 10 ³	611 × 10	384.9	302	188 × 10 ³	538 × 10	389.3	300	175 × 10 ³	499 × 10	404.4	321	167 × 10 ³	447 × 10						
	14	301.7	237	178 × 10 ³	507 × 10	24.3	279.8	164 × 10 ³	470 × 10	—	—	440.1	345	232 × 10 ³	662 × 10	—	—	443.7	346	229 × 10 ³	656 × 10	409.3	321	202 × 10 ³	576 × 10	411.0	323	186 × 10 ³	535 × 10	430.7	336	178 × 10 ³	474 × 10						
	15	322.8	253	189 × 10 ³	541 × 10	24.2	300.9	176 × 10 ³	504 × 10	—	—	467.6	367	247 × 10 ³	706 × 10	—	—	470.9	370	245 × 10 ³	699 × 10	433.9	340	215 × 10 ³	615 × 10	433.9	341	198 × 10 ³	571 × 10	452.9	356	189 × 10 ³	500 × 10						
	16	343.8	270	201 × 10 ³	575 × 10	24.2	321.9	188 × 10 ³	539 × 10	—	—	495.0	389	262 × 10 ³	750 × 10	—	—	496.1	391	260 × 10 ³	743 × 10	458.7	359	229 × 10 ³	653 × 10	456.0	358	212 × 10 ³	607 × 10	475.1	373	199 × 10 ³	527 × 10						
	17	364.8	286	213 × 10 ³	608 × 10	24.2	342.8	199 × 10 ³	571 × 10	—	—	522.3	410	278 × 10 ³	793 × 10	—	—	525.2	412	275 × 10 ³	786 × 10	480.6	377	242 × 10 ³	691 × 10	478.0	375	228 × 10 ³	642 × 10	497.2	390	201 × 10 ³	548 × 10						
	18	385.7	303	224 × 10 ³	641 × 10	24.1	363.7	211 × 10 ³	604 × 10	—	—	549.6	431	293 × 10 ³	836 × 10	—	—	552.2	433	290 × 10 ³	829 × 10	504.4	396	258 × 10 ³	729 × 10	500.1	393	237 × 10 ³	676 × 10	519.3	408	219 × 10 ³	574 × 10						
800	19	406.5	319	236 × 10 ³	674 × 10	24.1	384.5	222 × 10 ³	637 × 10	—	—	576.7	453	308 × 10 ³	879 × 10	—	—	579.1	455	305 × 10 ³	871 × 10	528.1	415	268 × 10 ³	766 × 10	522.1	410	249 × 10 ³	711 × 10	541.2	425	230 × 10 ³	600 × 10						
	20	427.3	335	247 × 10 ³	706 × 10	24.1	405.3	234 × 10 ³	670 × 10	—	—	603.8	474	322 × 10 ³	921 × 10	—	—	605.9	476	319 × 10 ³	913 × 10	551.7	433	281 × 10 ³	802 × 10	544.0	427	261 × 10 ³	745 × 10	563.2	442	241 × 10 ³	625 × 10						
	21	448.0	352	258 × 10 ³	738 × 10	24.0	426.0	245 × 10 ³	702 × 10	—	—	630.8	495	337 × 10 ³	963 × 10	—	—	632.7	497	334 × 10 ³	954 × 10	575.2	452	294 × 10 ³	839 × 10	568.8	444	279 × 10 ³	779 × 10	585.0	459	258 × 10 ³	650 × 10						
	22	468.6	368	270 × 10 ³	770 × 10	24.0	446.6	256 × 10 ³	734 × 10	—	—	657.7	516	352 × 10 ³	100 × 10	—	—	659.4	516	348 × 10 ³	995 × 10	596.6	470	306 × 10 ³	879 × 10	587.6	461	294 × 10 ³	813 × 10	606.8	476	270 × 10 ³	680 × 10						
	8	190.1	150	156 × 10 ³	390 × 10	25.0	173.9	136 × 10 ³	341 × 10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—						
	9	223.6	176	175 × 10 ³	437 × 10	25.0	195.5	155 × 10 ³	388 × 10	—	—	296.9	235	202 × 10 ³	504 × 10	—	—	303.0	236	200 × 10 ³	500 × 10	287.5	226	179 × 10 ³	446 × 10	297.8	234	167 × 10 ³	417 × 10	315.1	247	150 × 10 ³	380 × 10						
	10	248.2	196	194 × 10 ³	484 × 10	25.0	223.1	174 × 10 ³	438 × 10	—	—	327.1	257	223 × 10 ³	553 × 10	—	—	331.1	260	221 × 10 ³	553 × 10	312.5	245	198 × 10 ³	482 × 10	321.2	242	180 × 10 ³	462 × 10	339.5	266	163 × 10 ³	417 × 10						
	11	272.7	214	212 × 10 ³	531 × 10	25.0	247.6	192 × 10 ³	482 × 10	—	—	358.3	279	245 × 10 ³	611 × 10	—	—	369.0	282	242 × 10 ³	606 × 10	337.5	265	217 × 10 ³	541 × 10	344.6	270	202 × 10 ³	507 × 10	361.9	284	174 × 10 ³	447 × 10						
	12	297.1	233	231 × 10 ³	577 × 10	25.0	272.0	211 × 10 ³	528 × 10	—	—	393.4	301	266 × 10 ³	664 × 10	—	—	396.9	304	264 × 10 ³	659 × 10	360.4	289	239 × 10 ³	581 × 10	367.9	289	220 × 10 ³	561 × 10	388.2	302	189 × 10 ³	474 × 10						
	13	321.4	252	249 × 10 ³	622 × 10	25.0	296.3	229 × 10 ³	574 × 10	—	—	411.5	323	287 × 10 ³	717 × 10	—	—	414.7	326	284 × 10 ³	711 × 10	387.2	304	264 × 10 ³	635 × 10	391.1	307	231 × 10 ³	596 × 10	408.4	321	194 × 10 ³	474 × 10						
	14	345.7	271	267 × 10 ³	668 × 10	25.0	320.6	247 × 10 ³	619 × 10	—	—	429.5	345	308 × 10 ³	769 × 10	—	—	432.7	347	305 × 10 ³	763 × 10	412.0	324	281 × 10 ³	681 × 10	414.3	325	258 × 10 ³	635 × 10	431.9	339	210 × 10 ³	500 × 10						
	15	369.9	290	285 × 10 ³	713 × 10	25.0	344.8	265 × 10 ³	664 × 10	—	—	467.4	367	329 × 10 ³	821 × 10	—	—	470.1	369	326 × 10 ³	814 × 10	436.5	343	291 × 10 ³	727 × 10	437.4	343	272 × 10 ³	680 × 10	454.7	357	205 × 10 ³	506 × 10						
16	394.1	309	303 × 10 ³	757 × 10	25.0	369.0	283 × 10 ³	709 × 10	—	—	495.2	389	349 × 10 ³	873 × 10	—	—	497.8	391	345 × 10 ³	865 × 10	461.4	362	309 × 10 ³	773 × 10	460.5	361	289 × 10 ³	722 × 10	477.8	379	225 × 10 ³	537 × 10							
17	418.2	328	321 × 10 ³	802 × 10	25.0	393.1	301 × 10 ³	754 × 10	—	—	523.0	411	369 × 10 ³	924 × 10	—	—	525.3	412	366 × 10 ³	916 × 10	486.1	382	327 × 10 ³	818 × 10	483.4	379	300 × 10 ³	765 × 10	500.7	393	230 × 10 ³	547 × 10							
18	442.2	347	338 × 10 ³	846 × 10	25.0	417.1	318 × 10 ³	797 × 10	—	—	550.7	432	390 × 10 ³	974 × 10	—	—	552.7	434	388 × 10 ³	966 × 10	510.0	401	345 × 10 ³	863 × 10	506.3	397	323 × 10 ³	807 × 10	523.7	411	244 × 10 ³	603 × 10							
19	466.2	366	356 × 10 ³	889 × 10	25.0	441.1	336 × 10 ³	841 × 10	—	—	578.3	454	410 × 10 ³	102 × 10	—	—	580.1	455	406 × 10 ³	102 × 10	538.1	420	363 × 10 ³	907 × 10	539.2	419	339 × 10 ³	849 × 10	556.6	429	254 × 10 ³	636 × 10							
20	490.1	<																																					